



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Aplicación del TPM para mejorar la productividad en el proceso de  
perforación de la empresa anclajes y cimentaciones del Perú SAC, Villa El  
Salvador 2019**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTORA:**

**Gamero Carpio Marjorie Zuguey (ORCID 0000-0002-7717-0388)**

**ASESOR:**

**DR. Malpartida Gutierrez Jorge Nelson (ORCID 0000-0001-6846-0837)**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**Gestión Empresarial y Productiva**

**LIMA – PERÚ**

**2019**

## **DEDICATORIA**

A Dios por acompañarme y guiarme en cada paso de mi vida. A mis padres por comprender el ritmo de vida universitario y laboral que llevo, por su sacrificio y apoyo incondicional siendo mi motivación para superarme cada día.

### **AGRADECIMIENTO**

Mi más sincero agradecimiento a mi casa de estudios la Universidad César Vallejo, a mis docentes y colegas que formaron parte de esta etapa de enseñanza profesional y personal, que me brindaron y compartieron sus conocimientos en el desarrollo de mi formación académica como estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial.

## ÍNDICE

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO .....	III
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VII
ÍNDICE DE TABLAS .....	IX
ÍNDICE DE ANEXOS .....	XI
RESUMEN .....	XII
ABSTRACT .....	1
I. INTRODUCCIÓN.....	2
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA .....	3
1.2. TRABAJOS PREVIOS.....	19
1.2.1. ANTECEDENTES NACIONALES.....	19
1.2.2. ANTECEDENTES INTERNACIONALES .....	21
1.3. TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA .....	24
MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM).....	24
PRODUCTIVIDAD .....	29
1.4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	30
1.4.1. PROBLEMA GENERAL .....	30
1.4.2. PROBLEMA ESPECÍFICO.....	30
1.5. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO .....	31
1.5.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA .....	31
1.5.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA.....	31
1.5.3. JUSTIFICACIÓN TECNOLÓGICA.....	31
1.5.4. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA .....	32
1.6. HIPÓTESIS .....	32
1.6.1. HIPÓTESIS GENERAL.....	32
1.6.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS .....	32



1.7. OBJETIVOS .....	32
1.7.1. OBJETIVO GENERAL .....	32
1.7.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	32
II. MÉTODO .....	33
2.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	34
2.2. VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN .....	36
2.2.1. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES .....	36
2.2.2. MATRIZ DE COHERENCIA .....	37
2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	38
2.3.1. POBLACIÓN .....	38
2.3.2. MUESTRA.....	38
2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD .....	38
2.4.1. TÉCNICAS.....	38
2.4.2. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	38
2.4.3. VALIDÉZ.....	39
2.4.4. CONFIABILIDAD .....	40
2.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS .....	40
2.5.1. ANÁLISIS DESCRIPTIVO.....	40
2.5.2. ANÁLISIS INFERENCIAL .....	40
2.6. ASPECTOS ÉTICOS.....	41
2.7. DESARROLLO DE LA PROPUESTA.....	41
2.7.1. SITUACIÓN ACTUAL .....	41
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO.....	44
MEDICIÓN DE LA DISPONIBILIDAD .....	55
MEDICIÓN DE LA CONFIABILIDAD .....	56
MEDICIÓN DE LA EFICIENCIA.....	57

MEDICIÓN DE LA EFICACIA .....	59
2.7.2. PROPUESTA DE MEJORA .....	61
2.7.3. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA.....	65
2.7.4. RESULTADOS.....	85
2.7.5. ANÁLISIS ECONÓMICO FINANCIERO .....	91
III. RESULTADOS .....	97
3.1. Análisis Descriptivo .....	98
3.2. Análisis Inferencial .....	102
3.2.1. Contrastación de la Hipótesis General .....	103
3.2.2. Contrastación de la Hipótesis Específica 1 .....	106
3.2.3. Contrastación de la Hipótesis Específica 2 .....	108
IV. DISCUSIÓN.....	111
V. CONCLUSIONES .....	116
IV. Referencias Bibliográficas.....	120
V. ANEXOS .....	126

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura N° 1:</b> Productividad Total de Factores en el mundo: 1999-2015 .....	5
<b>Figura N° 2:</b> Costos Estimados para Implementar T.P.M. ....	6
<b>Figura N° 3:</b> Comparación de la Productividad antes y después de aplicar el TPM.....	8
<b>Figura N° 4:</b> Estadística de Medias - Antes y Después de la productividad .....	8
<b>Figura N° 5:</b> Diagrama de Ishikawa.....	11
<b>Figura N° 6:</b> Diagrama de Pareto .....	15
<b>Figura N° 7:</b> Diagrama de Barras-Estratificación.....	17
<b>Figura N° 8:</b> Beneficios del TPM .....	24
<b>Figura N° 9:</b> Los 8 Pilares del TPM .....	26
<b>Figura N° 10:</b> Diseño Cuasi-Experimental .....	35
<b>Figura N° 11:</b> Servicios brindados .....	42
<b>Figura N° 12:</b> Ubicación de la Empresa .....	43
<b>Figura N° 13:</b> Visión y Misión .....	43
<b>Figura N° 14:</b> Organigrama de Anclajes y Cimentaciones del Perú SAC .....	44
<b>Figura N° 15:</b> Servicio de Perforación .....	45
<b>Figura N° 16:</b> Servicio de Inyección .....	46
<b>Figura N° 17:</b> Servicio de Tensado.....	47
<b>Figura N° 18:</b> Servicio de Micropilotes .....	48
<b>Figura N° 19:</b> Proceso Constructivo de Anclajes.....	49
<b>Figura N° 20:</b> Detalle del Anclaje Postensado.....	50
<b>Figura N° 21:</b> Anclaje Postensado.....	51
<b>Figura N° 22:</b> Cimentación de 6 sótanos con Muro Anclado .....	51
<b>Figura N° 23:</b> Perforadora Klemm 802 .....	52
<b>Figura N° 24:</b> Perforadora Klemm 803 .....	53
<b>Figura N° 25:</b> Perforadora Bauer UBW-06 .....	53
<b>Figura N° 26:</b> Registro Metrado último semestre 2018.....	54
<b>Figura N° 27:</b> Medición de Eficiencia de Abril a Junio .....	57
<b>Figura N° 28:</b> Medición de Eficacia de Abril a Junio .....	59
<b>Figura N° 29:</b> Tabla de análisis de Productividad / Pre Test .....	61
<b>Figura N° 30:</b> Personal encargado .....	66

<b>Figura N° 31:</b> Fallas usuales en la unidad de potencia, refrigeración y sistema eléctrico.....	67
<b>Figura N° 32:</b> Fallas usuales en el sistema hidráulico, rotación y relación de engranajes.....	68
<b>Figura N° 33:</b> Detección de fallas usuales.....	68
<b>Figura N° 34:</b> Procedimiento de Limpieza de máquinas.....	69
<b>Figura N° 35:</b> Check List diario de máquina perforadora.....	70
<b>Figura N° 36:</b> Actividad diaria de mantenimiento.....	71
<b>Figura N° 37:</b> Formato de mantenimiento N°2 .....	72
<b>Figura N° 38:</b> Actividades de mantenimiento en las 250hr.....	73
<b>Figura N° 39:</b> Formato de mantenimiento unidad de potencia N°3 .....	74
<b>Figura N° 40:</b> Formato de mantenimiento unidad de perforación N°3.....	75
<b>Figura N° 41:</b> Actividades de mantenimiento en las 1000hr.....	76
<b>Figura N° 42:</b> Formato de mantenimiento unidad de potencia N°4 .....	78
<b>Figura N° 43:</b> Formato de mantenimiento unidad de perforación N°4.....	79
<b>Figura N° 44:</b> Actividades de mantenimiento en las 2000hr.....	80
<b>Figura N° 45:</b> Almacén con stock de herramientas, repuestos y materiales para mantenimientos .....	81
<b>Figura N° 46:</b> Capacitación del personal .....	82
<b>Figura N° 47:</b> Registro de capacitación del personal.....	83
<b>Figura N° 48:</b> Perforadora Operativa después de los mantenimientos.....	84

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla N° 1:</b> Codificación de Causas que afectan la productividad.....	12
<b>Tabla N° 2:</b> Matriz de Correlación de las Causas .....	13
<b>Tabla N° 3:</b> Análisis de Pareto .....	14
<b>Tabla N° 4:</b> Causas Principales .....	15
<b>Tabla N° 5:</b> Estratificación por áreas .....	16
<b>Tabla N° 6:</b> Porcentaje de valoración .....	17
<b>Tabla N° 7:</b> Cuadro valorativo de alternativas de solución .....	18
<b>Tabla N° 8:</b> Matriz de priorización de problemas a resolver .....	18
<b>Tabla N° 9:</b> Evaluación de expertos del indicador de disponibilidad.....	39
<b>Tabla N° 10:</b> Evaluación de expertos del indicador de confiabilidad.....	39
<b>Tabla N° 11:</b> Evaluación de expertos del indicador de eficiencia.....	39
<b>Tabla N° 12:</b> Evaluación de expertos del indicador de eficacia .....	40
<b>Tabla N° 13:</b> Medición de Disponibilidad de Abril a Junio.....	55
<b>Tabla N° 14:</b> Medición de la Confiabilidad de Abril a Junio .....	56
<b>Tabla N° 15:</b> Cronograma de ejecución - Diagrama de Gantt .....	64
<b>Tabla N° 16:</b> Actividades propuestas para el personal .....	66
<b>Tabla N° 17:</b> Repuestos para mantenimiento de 250 hrs .....	72
<b>Tabla N° 18:</b> Repuestos para mantenimiento de 1000 hr .....	77
<b>Tabla N° 19:</b> Repuestos para mantenimiento de 2000hr .....	80
<b>Tabla N° 20:</b> Medición de la Confiabilidad de Julio a Septiembre.....	85
<b>Tabla N° 21:</b> Medición de Eficiencia de Julio a Septiembre.....	86
<b>Tabla N° 22:</b> Medición de Eficacia de Julio a Septiembre .....	88
<b>Tabla N° 23:</b> Tabla de análisis de Productividad Mejorada .....	90
<b>Tabla N° 24:</b> Costo de horas de información del personal.....	91
<b>Tabla N° 25:</b> Inversión de la elaboración del Proyecto .....	92
<b>Tabla N° 26:</b> Resumen de costos Pre-Test .....	93
<b>Tabla N° 27:</b> Resumen de costos Post-Test.....	94
<b>Tabla N° 28:</b> Resumen costo-beneficio .....	94
<b>Tabla N° 29:</b> Resumen de datos.....	95
<b>Tabla N° 30:</b> Tasa Efectiva Mensual.....	96
<b>Tabla N° 31:</b> Elaboración del VAN-TIR.....	96
<b>Tabla N° 32:</b> Resumen de procesamiento de datos – Productividad.....	98

<b>Tabla N° 33:</b> Resultados Descriptivos de la variable dependiente Productividad - Pre y Post.....	99
<b>Tabla N° 34:</b> Resumen de procesamiento de datos – Eficiencia .....	100
<b>Tabla N° 35:</b> Resultados Descriptivos de la Eficiencia - Pre y Post.....	101
<b>Tabla N° 36:</b> Resumen de procesamiento de datos – Eficacia .....	101
<b>Tabla N° 37:</b> Resultados Descriptivos de la Eficacia - Pre y Post.....	102
<b>Tabla N° 38:</b> Prueba de Normalidad – Productividad .....	103
<b>Tabla N° 39:</b> Descriptivos de Productividad - Pre y Post Test .....	104
<b>Tabla N° 40:</b> Prueba de muestras emparejadas - Productividad .....	104
<b>Tabla N° 41:</b> Prueba de Normalidad – Eficiencia.....	105
<b>Tabla N° 42:</b> Descriptivos de Eficiencia - Pre y Post Test .....	106
<b>Tabla N° 43:</b> Prueba de muestras emparejadas – Eficiencia.....	107
<b>Tabla N° 44:</b> Prueba de Normalidad – Eficacia .....	108
<b>Tabla N° 45:</b> Descriptivos de Eficacia - Pre y Post Test .....	109
<b>Tabla N° 46:</b> Prueba de muestras emparejadas – Eficacia .....	109

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1:</b> Carta de Confiabilidad de datos e instrumentos.....	126
<b>Anexo 2:</b> Formato de Reporte de Perforación Diario.....	127
<b>Anexo 3:</b> Formato de Reporte de Perforación Semanal.....	128
<b>Anexo 4:</b> Formato de Reporte Semanal de Disponibilidad de Máquina .....	129
<b>Anexo 5:</b> Formato de Reporte de Perforación Diario - Abril 2019 .....	130
<b>Anexo 6:</b> Formato de Reporte de Perforación Diario - Septiembre 2019 .....	131
<b>Anexo 7:</b> Formato de Reporte de Perforación Semanal - Abril 2019.....	132
<b>Anexo 8:</b> Formato de Reporte de Perforación Semanal - Mayo 2019.....	133
<b>Anexo 9:</b> Formato de Reporte de Perforación Semanal - Junio 2019 .....	134
<b>Anexo 10:</b> Formato de Reporte de Perforación Semanal - Julio 2019 .....	135
<b>Anexo 11:</b> Formato de Reporte de Perforación Semanal - Agosto 2019.....	136
<b>Anexo 12:</b> Formato de Reporte de Perforación Semanal - Septiembre 2019	137
<b>Anexo 13:</b> Reporte Semanal de Tiempos de Perforación - Abril 2019 .....	138
<b>Anexo 14:</b> Reporte Semanal de Tiempos de Perforación - Mayo 2019.....	139
<b>Anexo 15:</b> Reporte Semanal de Tiempos de Perforación - Junio 2019.....	140
<b>Anexo 16:</b> Reporte Semanal de Tiempos de Perforación - Julio 2019 .....	141
<b>Anexo 17:</b> Reporte Semanal de Tiempos de Perforación - Agosto 2019 .....	142
<b>Anexo 18:</b> Reporte Semanal de Tiempos de Perforación - Septiembre 2019	143
<b>Anexo 19:</b> Ficha de Evaluación y Aprobación de expertos .....	144
<b>Anexo 20:</b> Evidencia del Turnitin .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

## RESUMEN

Actualmente las empresas buscan mantenerse competitivas dentro del mercado de acuerdo al sector que pertenecen, en esta presente investigación hacemos referencia al sector construcción el cual trabaja con maquinaria pesada y ven al TPM como una herramienta que permite alcanzar resultados efectivos, en cuanto a la mejora de los mantenimientos que resultan beneficiosos para mejorar los tiempos del proceso, asimismo la productividad.

En la presente investigación se efectuó la aplicación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) en la empresa Anclajes y Cimentaciones del Perú SAC en Villa El Salvador con el objetivo de mejorar la productividad en el proceso de perforación. Para lo cual se desarrolló una breve descripción de la empresa, con la cual se da a conocer su situación actual y permite determinar las deficiencias que tienen en la planeación y ejecución de un mantenimiento preventivo. Se planteó ésta herramienta como propuesta de mejora para que contribuya en la productividad en el proceso de perforación, el cual es el TPM, ya que su aplicación se enfoca en una reducción de pérdidas en la producción, las cuales son provocadas por el estado en que se encuentran las máquinas.

Para la recolección de datos se realizó una medición del tiempo con un instrumento idóneo (cronómetro), los cuales se ingresaron al software estadístico SPSS-25, para su procesamiento y análisis, luego se hizo la comparación del promedio y media de los valores registrados que corresponden al antes y después de la propuesta de mejora. Al finalizar la comparación se obtuvo como resultado que haciendo uso del TPM y uno de sus pilares que es el mantenimiento preventivo, se logró incrementar la productividad en un 9%, eficiencia un 7% y eficacia un 5%.

**Palabras Clave:** TPM, productividad, eficiencia, eficacia, plan de mantenimiento.



## **ABSTRACT**

Currently companies are looking for competitive in the market according to the sector they belong to, in this research we refer to the construction sector which works with heavy machinery and see the TPM as a tool that allows to achieve effective results, in terms of improving maintenance that is beneficial to improve process times, specifically productivity.

In the present investigation the application of Total Productive Maintenance (TPM) is carried out in the company Anchors and Foundations of Peru SAC in Villa El Salvador with the objective of improving productivity in the drilling process. For which a brief description of the company is specified, with the quality it gives a knowledge of its current situation and allows to determine the deficiencies that they have in the planning and execution of a preventive maintenance. This tool was proposed as a proposal for improvement so that it contributes to productivity in the drilling process, which is the TPM, since its application focuses on a reduction of production losses, which are caused by the state in which The machines are found.

For the data collection, a time measurement was made with an appropriate instrument (stopwatch), which was entered into the SPSS-25 statistical software, for processing and analysis, then the comparison of the average and the means of the recorded values was made Correspondence to the before and after the improvement proposal. At the end of the comparison, it is obtained as a result that TPM is used and one of its pillars that is preventive maintenance, productivity can be increased by 9%, efficiency by 7% and efficiency by 5%.

**Keywords:** TPM, productivity, efficiency, effectiveness, maintenance plan.

## **I. INTRODUCCIÓN**

## 1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA

Actualmente, en pleno siglo XXI de la revolución digital, aún existen empresas del rubro de la construcción que carecen de un plan de mantenimiento establecido para sus máquinas y ello se ve reflejado en la baja productividad, ya sea por dificultades en los procedimientos o inconvenientes con los tiempos, por ello es indispensable contar con todos los registros necesarios al desarrollar el mantenimiento en los equipos, efectuar la planeación de los mantenimientos con estándares preestablecidos. Dentro de las organizaciones la función básica que debe cumplir el mantenimiento es trabajar de manera integrada con todas las áreas, consiguiendo optimizar los procesos y la disponibilidad de los equipos.

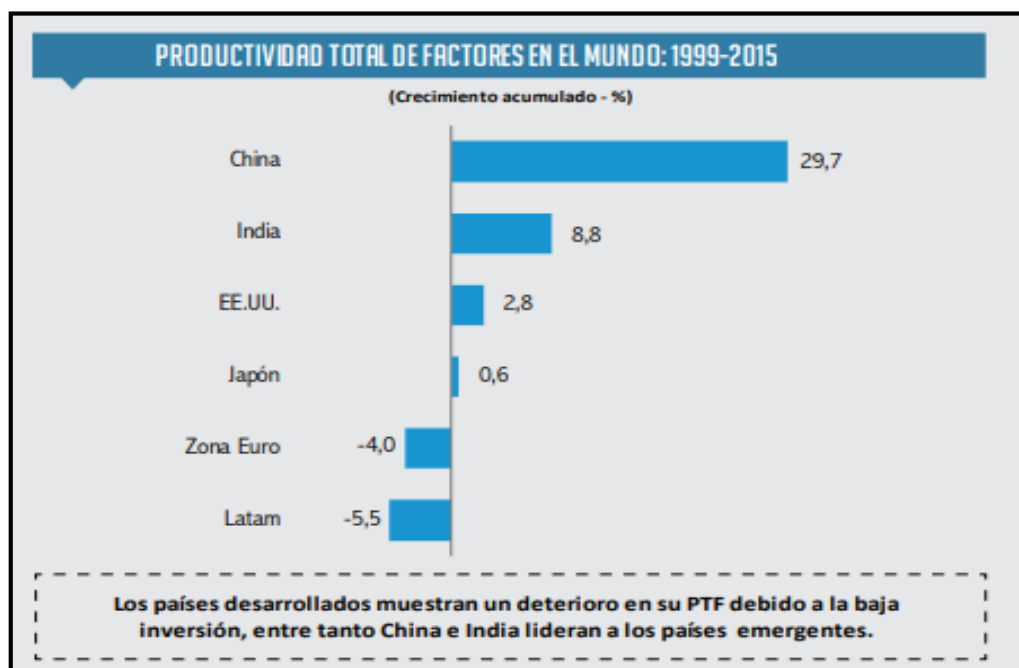
La gran competencia mundial que existe hoy en día, causa que las organizaciones se vean forzadas a integrar nuevas tecnologías y herramientas, para mejorar el rendimiento de sus operaciones, a pesar de que la incorporación de nuevas tecnologías resulte en ocasiones más difíciles de conservar, y requiera mayor presupuesto para repararlas. De tal modo que los gerentes deberían comprender que la evolución tecnológica camina de la mano con los conocimientos y habilidades adquiridas que se darán durante el proceso para un mejor manejo del mantenimiento (Sistemas de Mantenimiento Autónomo, 1993).

Si nos referimos a la problemática mundial, en el año 2015 Sweden Lund menciona que la empresa sueca llamada Tetra Pak, tenía como objetivo reducir los costos y mejorar la productividad. Realizaron algunos análisis y evaluaciones para definir las herramientas o técnicas que utilizarían para lograr sus objetivos, de esta manera decidieron aplicar el sistema de Mantenimiento Productivo Total, con el cual mejoraron la eficiencia de su producción, redujeron las averías de sus máquinas. En nueve meses consiguieron ahorrar \$6,5 millones de dólares y mejorar un 5% la Efectividad General de los Equipos (OEE). SWEDEN, Lund. Tetra Pak. Suecia 15 de diciembre de 2017. (Fecha de consulta: 15 de septiembre de 2019). Recuperado de: <https://www.tetrapak.com/mx/about/cases-articles/tpm-reduces-cost>

En el 2014 una publicación de la revista mundial de Ingeniería y gestión de la construcción, realizó un estudio en una compañía donde producen prefabricados de concreto, en la cual ya aplicaban el TPM pero de forma inconstante a consecuencia del poco compromiso de los trabajadores. Es entonces que se procedió a optimizar la filosofía que ya aplicaban y darle una estabilidad con capacitaciones a los trabajadores, obteniendo como resultado una mejora en la productividad de 24%. Mejorías en la productividad de un proceso de prefabricados de concreto con flujo de línea después de un esfuerzo de estabilidad básica. EE.UU. abril de 2014. (Fecha de consulta: 27 de noviembre de 2019). *Recuperado de:* [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000675](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000675)

En una universidad de España se llevó a cabo una investigación a 179 plantas industriales pertenecientes a Estados Unidos, Asia y Europa, con la finalidad de comparar las metodologías utilizadas de gestión de calidad y TPM, esto se dio mediante cuestionarios para un análisis cuantificable del rendimiento de su maquinaria electrónica. Dicho estudio dio como resultado que el rendimiento de sus equipos no solo depende de los métodos que se apliquen, sino también su proveniencia, asimismo las plantas que tienen implantado un plan de mantenimiento refieren un mejor rendimiento. SANCHIS, R., POLER, R., Mula, J., & PEIDRO, D. Gestión de la calidad total y mantenimiento productivo total en la fabricación de alto rendimiento. DYNA- Ingeniería e Industria. España diciembre de 2011. (Fecha de consulta: 27 de noviembre de 2019). *Recuperado de:* <https://doi.org/10.6036/4106>

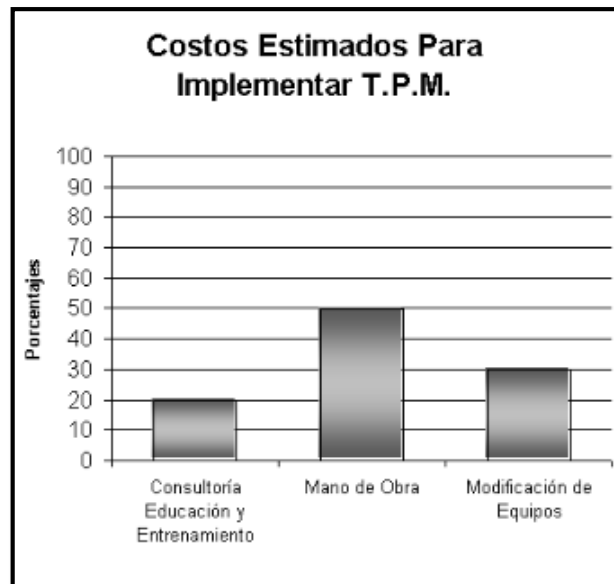
Con respecto al marco global, la Cámara de Comercio de Lima, presenta un informe económico, señalando que entre (1999-2015) el país con un mayor crecimiento acumulado en la productividad de sus sectores económicos y por tanto obtiene un mayor crecimiento acumulado en productividad total de factores (PTF) es China.



**Figura N° 1:** Productividad Total de Factores en el mundo: 1999-2015

**Fuente:** Cámara de Comercio de Lima-[www.camaralima.org.pe](http://www.camaralima.org.pe)-Perú, 2015

En la figura anterior se puede observar cómo ha evolucionado en índice de “La Productividad Total de Factores” con el transcurso de los años, los países más emergentes han sido indudablemente China con 29.7% e India con 8.8%, esto debido a que sus distintas industrias han tenido iniciativas que fomentan la innovación en sus sistemas internos al añadir nuevas tecnologías y herramientas, como lo es la aplicación del mantenimiento productivo total a sus equipos, mejorando su productividad y por ende la eficiencia de sus equipos; logrando adecuarse a las necesidades del mercado y cumpliendo el desafío propio de estos líderes de la economía mundial, el cual es mejorar sus índices de productividad.



**Figura N° 2:** Costos Estimados para Implementar T.P.M.

**Fuente:** Propuesta para la Implementación del TPM, 2014

En el año 2014, el Ing. Oliverio García nos señala que implementando nuevas estrategias a pequeñas industrias en México se pueden convertir a unas de nivel mundial, mediante un enfoque de excelencia operativa, donde se tenga establecido un mantenimiento efectivo para lograr mantener una mejora continua, se basa en 2 premisas básicas, una de ellas es la inversión en la optimización de los mantenimientos, haciendo uso de las herramientas adecuadas para concretar un plan de mantenimiento, teniendo en cuenta que si a los activos que tienen las empresas ya sean equipos, maquinaria u otros, se les da un adecuado mantenimiento para alargar su vida útil, estos generarán mayor productividad y por ende menor costo en la producción. Como segunda premisa se basa en la cooperación asertiva e interés de todos los involucrados en las actividades, de tal manera que se puedan enlazar el área de producción con el área de mantenimiento, conformando una visión integral de los objetivos trazados. GARCÍA, Oliverio. Reportero industrial (Mensaje de un blog) México abril de 2014. (Fecha de consulta: 29 de septiembre de 2019). *Recuperado de:* <http://www.reporteroindustrial.com/temas/Tendencias-actuales-en-mantenimiento-industrial+97221>

La inserción de nuevas técnicas para mejorar la productividad en las industrias, ayudan de gran manera a la transformación de las áreas de mantenimiento, logrando un alto rendimiento en la producción, mejorando la calidad,

reduciendo gastos innecesarios y consolidando el compromiso con los clientes. (Kern, 2012).

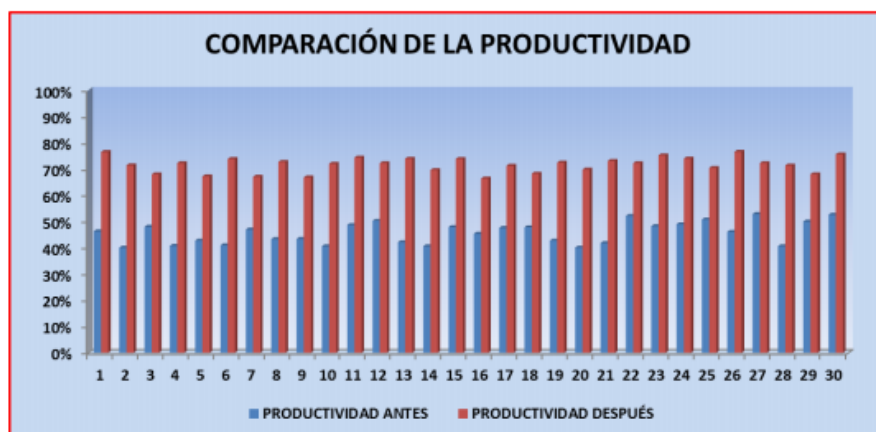
Otro aporte importante para la industria se realizó en Ecuador, con un estudio de la relación existente entre la productividad y el mantenimiento, en el cual se evalúan ciertos criterios para definir las pérdidas cuantificables por las deficiencias que presentan las máquinas y/o equipos durante sus operaciones. De tal manera que pueda evaluarse la decisión de reemplazar dicha maquinaria, por lo que la investigación dio como resultado que si resulta beneficioso la inversión en nuevos activos, ya que se genera un incremento de la productividad. GUERRA, Esmilka, & DE OCA, Alexis. Relación entre la productividad, el mantenimiento y el remplazo del equipamiento minero en la gran minería. Ecuador agosto de 2018. (Fecha de consulta: 27 de noviembre de 2019). *Recuperado de:* <https://doi.org/10.15446/rbct.n45.68711>

En Colombia se realizó un estudio en una empresa metalmecánica acerca de las herramientas de mejora continua como son el TPM y las 5 S, con el objetivo de promover su uso y el beneficio que conllevaría implementarlas. Para ello se efectuaron mediciones de su situación actual, asimismo de las propuestas de mejora, para definir en cuanto mejoran las operaciones y confiabilidad de sus equipos. Adicional a ello se condicionaron programas de motivación al personal que contribuye al mantenimiento autónomo. CARRILLO, M., ALVIS C., MENDOZA, Y. & COHEN, H. Lean manufacturing: 5S y TPM, herramientas de mejora de la calidad. Colombia febrero de 2019. (Fecha de consulta: 27 de noviembre de 2019). *Recuperado de:* <https://doi.org/10.15332/s2145-1389-4934>

El mantenimiento industrial es determinante para la calidad de un producto o servicio, ya que éste permite mantener los equipos operativos y en condiciones óptimas para la producción; de tal manera que a través de los años ha ido sufriendo transformaciones con el surgimiento de nuevas tecnologías con la finalidad de no solo solucionar las fallas in situ sino prevenir las pérdidas y evitar sobre costos.

En el 2017, en la empresa peruana Corporación Logística & Transporte, dedicada a brindar el servicio de transporte de carga general en Lima; decidió

implementar el mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la vida útil de su flota de vehículos, ya que al realizar un análisis general, se observaron varias deficiencias en lo que respecta al mantenimiento de sus vehículos que generaban un alto sobre costo, por paralización de sus máquinas y en algunos casos eso los lleva a buscar reemplazo de otras unidades particulares; por lo tanto contaban con una baja eficiencia en sus equipos reflejado en el bajo porcentaje de productividad de las unidades. Por tales motivos es que diseñan un mantenimiento planificado para sus unidades y el aplican el mantenimiento autónomo, dirigido a sus colaboradores mediante capacitaciones constantes, obteniendo resultados positivos en cuanto a su confiabilidad y disponibilidad:



**Figura N° 3:** Comparación de la Productividad antes y después de aplicar el TPM

**Fuente:** Empresa Corporación Logística & Transporte S.A.C.

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	PRODUCTIVIDAD ANTES	0.4973	30	0.06097	0.01113
	PRODUCTIVIDAD DESPUES	0.7943	30	0.04554	0.00831

**Figura N° 4:** Estadística de Medias - Antes y Después de la productividad

**Fuente:** Empresa Corporación Logística & Transporte S.A.C.

Se puede interpretar de las figuras anteriores, los resultados dentro de los 30 días que funcionaron las unidades, que la empresa Corporación Logística &



Transporte, antes de aplicar la metodología del TPM, tenía un promedio de 50%, y después de aplicada la mejora se incrementó a un 79% la productividad en el área de mantenimiento de sus máquinas.

Estos resultados conllevaron a que la empresa Corporación Logística & Transporte, tenga una mayor disponibilidad de sus unidades mediante la gestión de mantenimiento y pueda cumplir con los requisitos que solicitan los clientes dentro de los plazos programados, logrando recuperar la confianza de los mismos.

En este contexto, la empresa Anclajes y Cimentaciones del Perú SAC, se ubica en el distrito de Villa El Salvador, fundada en 2015 contando con un personal técnico, operativo y administrativo con una trayectoria mayor a 7 años en el rubro de la construcción, dedicada a brindar servicios completos en muros anclados para la estabilización de taludes en las cimentaciones de grandes proyectos a nivel nacional.

Actualmente, la empresa cuenta con gran experiencia, ganándose a través de los años un nombre dentro del sector, y tiene como objetivo hacerse más competitiva dentro del mercado, expandiéndose nacionalmente; sin embargo para alcanzar y cumplir sus objetivos Anclajes y Cimentaciones del Perú, debe mejorar sus deficiencias en la planeación y ejecución de un mantenimiento preventivo y autónomo; dichas deficiencias conllevan a que los equipos tengan un desempeño inadecuado, generando paradas inesperadas, por ende pérdidas en el proceso de perforación y un sobre costo en las operaciones; provocando que se tenga que aplicar mayormente un mantenimiento correctivo, el cual es muchas veces perjudicial en la calidad del servicio como resultado de una baja eficiencia de las máquinas; son varios factores que afectan su correcto funcionamiento, tales como: No realizan capacitaciones para personal técnico, falta de herramientas adecuadas para los procedimientos de mantenimiento, falta de conocimientos en el manejo de herramientas y equipos, no tener establecido un área de mantenimiento, carecer de registro de las fallas y mantenimientos realizados en un formato y no tener un plan de mantenimiento para la conservación de las máquinas.

Para precisar las causas que originan la baja productividad, se llevó a cabo una junta con el personal involucrado en las actividades del proceso de perforación, junto con el ingeniero supervisor. Por medio de una rememoración de ideas y opiniones, se consiguió identificar las siguientes causas que se plasman en el diagrama de Ishikawa, con el cual se efectuó un análisis de acuerdo a su categoría correspondiente.

## Diagrama de Ishikawa

Para esta investigación se realizó una entrevista al personal que forma parte de las operaciones en la empresa, con lo cual se definió las siguientes causas:

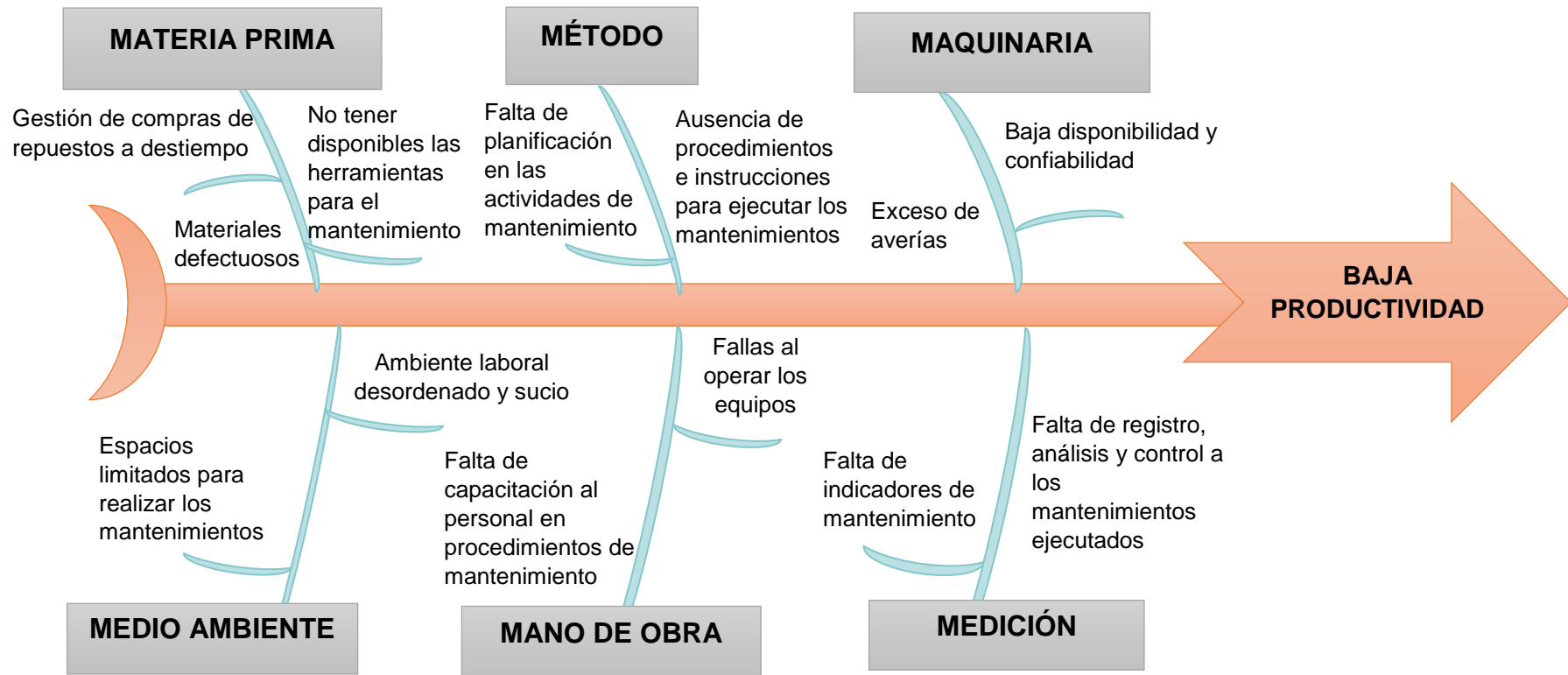


Figura N° 5: Diagrama de Ishikawa

*Fuente: Entrevista*

A continuación, se desarrollará una serie de pasos para determinar las causas más relevantes de este trabajo:

Paso 1: Codificación de las causas:

En este paso se les asigna un código a cada una de las causas que afectan la productividad del proceso de perforación.

CODIFICACIÓN DE LAS CAUSAS	
CAUSAS	CAUSAS QUE AFECTAN LA PRODUCTIVIDAD
C1	Baja disponibilidad y confiabilidad
C2	Falta de planificación en actividades de mantenimiento
C3	Falta de registro, análisis y control a los mantenimientos ejecutados
C4	Falta de capacitación al personal en procedimientos de mantenimiento
C5	Exceso de averías
C6	Ausencia de procedimientos e instrucciones para ejecutar los mantenimientos
C7	No tener disponible las herramientas necesarias para el mantenimiento
C8	Falta de indicadores de mantenimiento
C9	Gestión de compras de repuestos a destiempo por falta de liquidez
C10	Fallas al operar los equipos
C11	Espacios limitados para realizar los mantenimientos
C12	Materiales defectuosos
C13	Ambiente laboral sucio y desordenado

**Tabla N° 1:** Codificación de Causas que afectan la productividad

***Fuente:*** Elaboración propia

Se tiene un total de 13 causas, las cuales son codificadas con nombres C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9, C10, C11, C12 y C13. Esto se realiza con el fin de poder representar y realizar el trabajo de una forma más ordenada.

Paso 2: Matriz de correlación:

Luego de determinar las causas, se hizo una evaluación de forma cuantitativa, a través de una matriz de correlación, donde se consideran valores binarios:

El valor (1), denota relación entre dos causas.

El valor (0), indica que las causas no comprenden relación.

N°	NÚMERO DE CAUSAS	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	Puntaje Σ	% Ponderado
C1	Baja disponibilidad y confiabilidad		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	13%
C2	Falta de planificación en actividades de mantenimiento	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	11	12%
C3	Falta de registro, análisis y control a los mantenimientos ejecutados	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	11	12%
C4	Falta de capacitación al personal en procedimientos de mantenimiento	1	1	1		1	1	1	1	1	1	0	1	1	11	12%
C5	Exceso de averías	1	1	1	0		1	0	1	1	1	0	1	1	9	10%
C6	Ausencia de procedimientos e instrucciones para ejecutar los mantenimientos	1	0	1	1	0		1	0	1	0	0	1	0	6	7%
C7	No tener disponible las herramientas necesarias para el mantenimiento	1	1	1	1	1	0		1	1	0	0	0	0	7	8%
C8	Falta de indicadores de mantenimiento	1	1	1	1	0	1	0		0	0	0	0	1	6	7%
C9	Gestión de compras de repuestos a destiempo por falta de liquidez	0	1	0	0	1	0	1	0		1	0	0	1	5	6%
C10	Fallas al operar los equipos	1	1	1	0	1	1	0	0	0		0	0	0	5	6%
C11	Espacios limitados para realizar los mantenimientos	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0		1	0	3	3%
C12	Materiales defectuosos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0		0	1	1%
C13	Ambiente laboral sucio y desordenado	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0		2	2%
TOTAL Σ															89	100%

**Tabla N° 2:** Matriz de Correlación de las Causas

***Fuente:*** Elaboración propia

Según el cuadro anterior, se analizaron las 13 causas y se obtuvo como resultado un total de 89 correlaciones donde las causas C1, C2 y C3 tienen un nivel alto de correlación.

### Paso 3: Tabla de Pareto

Con los valores de la matriz de la correlación, se realiza el análisis de Pareto, con el cual se logra identificar las causas principales que producen la baja eficiencia del proceso de perforación.

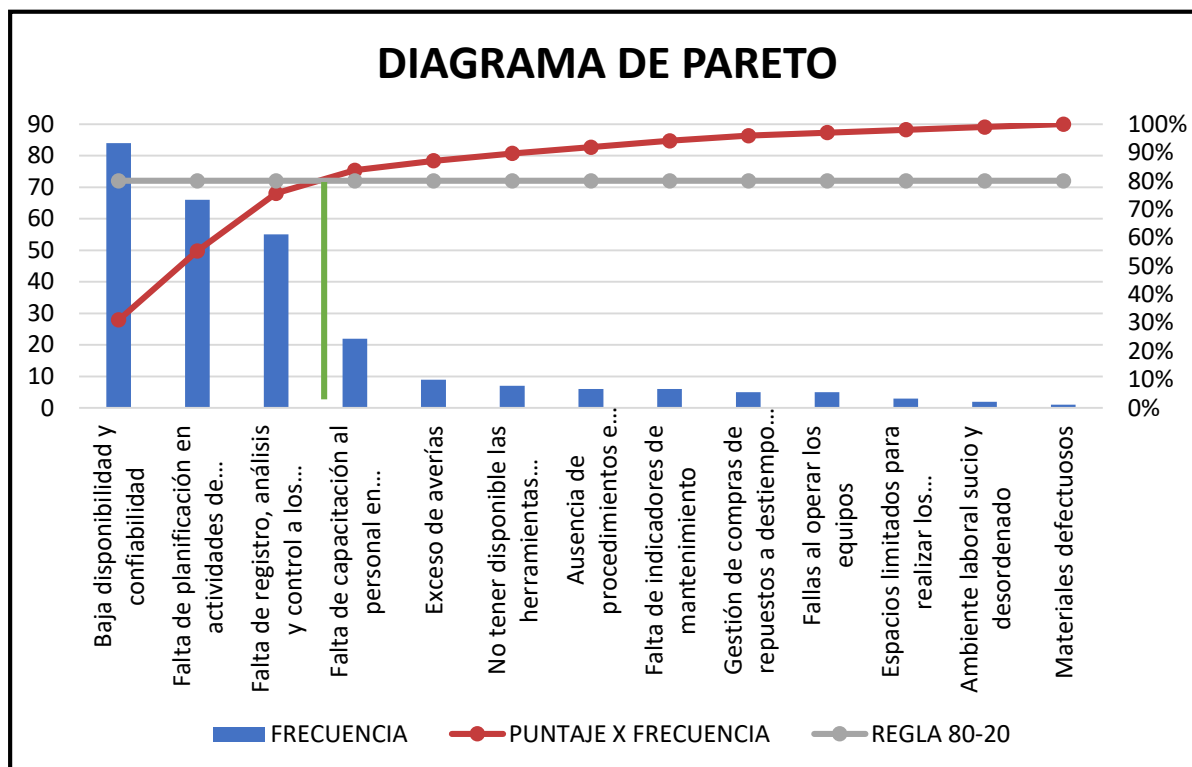
N°	NÚMERO DE CAUSAS	CORRELACIÓN	FRECUENCIA	PUNTAJE* FRECUENCIA	PORCENTAJE ACUMULADO	REGLA 80-20	FRECUENCIA RELATIVA
C1	Baja disponibilidad y confiabilidad	12	7	84	31%	80%	84
C2	Falta de planificación en actividades de mantenimiento	11	6	66	55%	80%	150
C3	Falta de registro, análisis y control a los mantenimientos ejecutados	11	5	55	76%	80%	205
C4	Falta de capacitación al personal en procedimientos de mantenimiento	11	2	22	84%	80%	227
C5	Exceso de averías	9	1	9	87%	80%	236
C6	No tener disponible las herramientas necesarias para el mantenimiento	7	1	7	90%	80%	243
C7	Ausencia de procedimientos e instrucciones para ejecutar los mantenimientos	6	1	6	92%	80%	249
C8	Falta de indicadores de mantenimiento	6	1	6	94%	80%	255
C9	Gestión de compras de repuestos a destiempo por falta de liquidez	5	1	5	96%	80%	260
C10	Fallas al operar los equipos	5	1	5	97%	80%	265
C11	Espacios limitados para realizar los mantenimientos	3	1	3	98%	80%	268
C12	Ambiente laboral sucio y desordenado	2	1	2	99%	80%	270
C13	Materiales defectuosos	1	1	1	100%	80%	271
				271			

**Tabla N° 3: Análisis de Pareto**

**Fuente:** Elaboración propia

### Diagrama de Pareto

Según el análisis de Pareto, se representa gráficamente los valores:



**Figura N° 6:** Diagrama de Pareto

*Fuente:* Elaboración propia

Conforme a la tabla anterior se infiere que el 30% de las causas eran responsables de la baja productividad en el proceso de perforación:

CAUSAS	CAUSAS PRINCIPALES
C1	BAJA DISPONIBILIDAD Y CONFIABILIDAD
C2	FALTA DE PLANIFICACIÓN EN ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO
C3	FALTA DE REGISTRO, ANÁLISIS Y CONTROL A LOS MANTENIMIENTOS EJECUTADOS

**Tabla N° 4:** Causas Principales

*Fuente:* Elaboración propia

Según observamos en la tabla de resultados el mayor problema es la **baja disponibilidad y confiabilidad**.

Es entonces que por esas causas antes mencionadas, se requiere mejorar las actividades de mantenimiento de Anclajes y Cimentaciones del Perú, aplicando el TPM, de tal manera que mediante ésta herramientas se podrá mejorar la productividad, en base a su

disponibilidad y confiabilidad, en conjunto con la colaboración del personal, quienes son los que efectúan el mantenimiento teniendo en cuenta su respectiva programación. Asimismo llevando a la par un seguimiento por medio del empleo de formatos y fichas de control, de tal forma que quede un registro para situaciones futuras donde se tenga que aplicar acciones preventivas y correctivas.

ESTRATIFICACIÓN POR ÁREAS		
CAUSAS QUE DISMINUYEN LA PRODUCTIVIDAD	FRECUENCIA	CATEGORÍA
BAJA DISPONIBILIDAD Y CONFIABILIDAD	7	MANTENIMIENTO
EXCESO DE AVERÍAS	1	
NO TENER DISPONIBLE LAS HERRAMIENTAS NECESARIAS PARA EL MANTENIMIENTO	1	
FALTA DE PLANIFICACIÓN EN ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	6	
MATERIALES DEFECTUOSOS	1	
AUSENCIA DE PROCEDIMIENTOS E INSTRUCCIONES PARA EJECUTAR LOS MANTENIMIENTOS	1	
ESPACIOS LIMITADOS PARA REALIZAR LOS MANTENIMIENTOS	1	
FALLAS AL OPERAR LOS EQUIPOS	1	PROCESOS
FALTA DE REGISTRO, ANÁLISIS Y CONTROL A LOS MANTENIMIENTOS EJECUTADOS	5	GESTIÓN
FALTA DE CAPACITACIÓN AL PERSONAL EN PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO	2	
FALTA DE INDICADORES DE MANTENIMIENTO	1	
GESTIÓN DE COMPRAS DE REPUESTOS A DESTIEMPO POR FALTA DE LIQUIDEZ	1	
AMBIENTE LABORAL SUCIO Y DESORDENADO	1	

**Tabla N° 5:** Estratificación por áreas

***Fuente:*** Elaboración propia

En la tabla anterior se puede visualizar que se realizó un análisis de las causas, calificándolas según a la categoría que corresponde tales como: mantenimiento, procesos y gestión. Asimismo se mantuvo el nivel de frecuencia de las causas que afectan la productividad dentro de cada área, el cual se obtuvo en el análisis de Pareto.

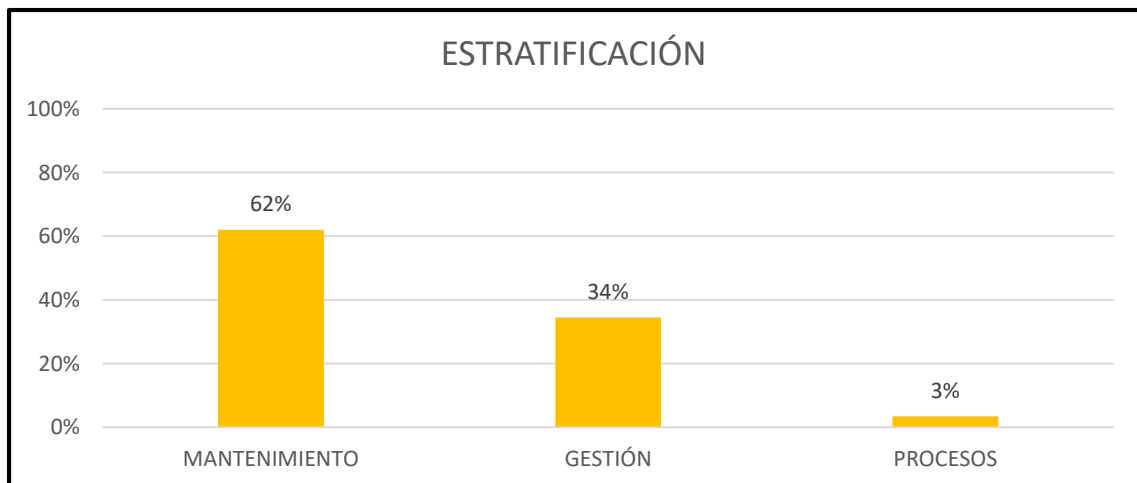


VALORACIÓN CONJUNTA		
MANTENIMIENTO	18	62%
GESTIÓN	10	34%
PROCESOS	1	3%
TOTAL	29	100%

**Tabla N° 6:** Porcentaje de valoración

***Fuente:*** Elaboración propia

Como observamos en la tabla N° 6 se detalla cuál de las tres categorías es la mayor causante de la baja productividad, donde tenemos a la categoría de mantenimiento con un 62%, el mismo que tiene la mayor frecuencia a diferencia de las categorías de gestión y procesos.



**Figura N° 7:** Diagrama de Barras-Estratificación

***Fuente:*** Elaboración propia

En la figura anterior vemos una representación gráfica de los porcentajes de cada una de las categorías, donde mantenimiento es la de mayor frecuencia y por lo tanto es a la que se debe dar priorización para resolver.

CRITERIO	
MUY BUENO	3
BUENO	2
NO BUENO	1

	CRITERIOS				
ALTERNATIVAS	SOLUCIÓN A LA PROBLEMÁTICA	COSTO DE IMPLEMENTACIÓN	FACILIDAD DE IMPLEMENTACIÓN	TIEMPO DE IMPLEMENTACIÓN	TOTAL
TPM	3	2	2	2	9
KAIZEN	2	2	2	1	7
5'S	1	2	1	1	5

**Tabla N° 7:** Cuadro valorativo de alternativas de solución

**Fuente:** Elaboración propia

En el cuadro anterior se presentaron ciertos criterios que fueron valorados para que la mejor opción sea implementada en el presente proyecto de investigación, de las 3 alternativas de solución planteadas el TPM obtuvo la mayor calificación, ya que resulta ser la mejor alternativa propuesta para resolver el problema, por lo tanto es la que se aplicará.

	CONSOLIDADO DE PROBLEMAS POR AREAS												
	MEDICIÓN	MANO DE OBRA	MATERIA PRIMA	MEDIO AMBIENTE	MAQUINARIA	METODO	NIVEL DE CRITICIDAD	TOTAL DE PROBLEMAS	TASA PORCENTUAL DE PROBLEMAS	IMPACTO	CALIFICACIÓN	PRIORIDAD	MEDIDAS A TOMAR
MANTENIMIENTO	3	2	1	2	2	3	ALTO	13	37%	3	39	1	TPM
PROCESOS	2	1	2	2	2	1	BAJO	10	29%	2	20	3	KAIZEN
GESTION	1	3	2	2	2	2	MEDIO	12	34%	1	12	2	5'S
TOTAL	6	6	5	6	6	6		35	100%				

**Tabla N° 8:** Matriz de priorización de problemas a resolver

**Fuente:** Elaboración propia

Con la matriz de priorización se pudo determinar que en la categoría de mantenimiento es donde ocurre mayor eventualidad de problemas, por lo tanto es a la que mayor prioridad de solución se le debe dar, mediante la aplicación del TPM, el cual contribuirá a mejorar la productividad.

## **1.2. TRABAJOS PREVIOS**

### **1.2.1. ANTECEDENTES NACIONALES**

MORALES, Oswaldo. “Plan de gestión de mantenimiento preventivo en base a auditoria en curtiembre Piel Trujillo SAC para aumentar Disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad de equipos y reducir costos de fallas”. Tesis (Ingeniería Mecánica Eléctrica) Trujillo, Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2019.105pp.

El objetivo principal de esta investigación fue disminuir los costos por las fallas en sus equipos, aumentar la disponibilidad y mantenibilidad de los equipos, mediante la preparación de un plan de gestión de mantenimiento preventivo, ya que con este se podrá controlar las fallas y tener un mejor manejo de los materiales, herramientas y repuestos que son esenciales para realizar un buen mantenimiento. En conclusión se obtuvo un incremento promedio de las máquinas críticas de 10% en disponibilidad, 18% en confiabilidad y 16% en mantenibilidad.

Este proyecto apporto a la presente investigación en cuanto a la implementación de un plan de mantenimiento preventivo, el cual proporciona una mejora en tener los repuestos y materiales en stock para la ejecución de los mantenimientos en el momento que se requiere.

BANCES, Susy. “Aplicación del mantenimiento preventivo para mejorar la productividad en la fábrica de carretillas Ore SAC”. Tesis (Ingeniería Industrial) Lima, Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2017.123pp.

Esta investigación tuvo como objetivo incrementar su productividad mediante la aplicación del mantenimiento preventivo a sus equipos, debido a que en muchas ocasiones durante la producción se generaban fallos constantes de sus equipos y por ende retrasos en las entregas. En conclusión, luego de aplicado el mantenimiento de prevención, la productividad incrementa en un 24%.

El aporte que tuvo que dio a la presente investigación con respecto a los instrumentos utilizados dentro de la propuesta de mejora como: procedimientos y órdenes de trabajo, check list tanto para las máquinas, equipos y el para el personal a cargo.

SUÁREZ, Moisés. “Propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento según el enfoque de Mantenimiento Productivo Total (TPM) para reducir los costos operativos de la empresa SERFRIMAN EIRL”. Tesis (Ingeniería Industrial) Trujillo, Perú: Universidad Privada del Norte, 2016.174pp.

Esta investigación tuvo como objetivo establecer dentro de la empresa un plan de mantenimiento, en el cual se tengan fichas de recolección de datos por mantenimiento diario, semanal y mensual, para lograr tener un registro de la información y lograr mejoras continuas. Se puede concluir que mediante la aplicación del enfoque de gestión de mantenimiento del TPM se logró una reducción de los costos operativos de s/.5614.34.

Este proyecto tuvo como aporte a la presente investigación en cuanto a la planificación de los procedimientos de mantenimiento y overhaul, con lo cual se podrá tener un mejor control y seguimiento de los mantenimientos.

MALDONADO Ana, SUMNER Ysique. “Sistema de mejora continua basado en el mantenimiento productivo total para reducir los desperdicios en el área de producción de la empresa Induamerica SAC”. Tesis (Ingeniería Industrial) Lambayeque, Perú: Universidad Señor de Sipán, 2017.141pp.

El objetivo principal de los autores fue reducir los desperdicios generados por sus equipos durante la producción, aplicando cinco de los pilares del TPM. De tal manera que al desarrollarse los procesos se hagan de una forma ordenada y a la vez sea eficiente, para lograr reducir los costos y tener control de los mantenimientos. Se concluye que se alcanzó incrementar la eficiencia a un 54% y calidad a 93.2%.

El aporte que dio este proyecto fue en relación a la aplicación de los 5 pilares del TPM ya que con ello se redujo las paradas continuas, costos innecesarios por reprocesos.

ESTRADA, Madeleine. “Aplicación del mantenimiento productivo total (TPM) para mejorar la productividad en el área de mantenimiento en la empresa Corporación logística & transporte SAC”. Tesis (Ingeniería Industrial) Lima, Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2017.207pp.

Esta investigación tuvo como objetivo principal determinar el incremento de la productividad de su flota vehicular a partir de la implantación del TPM. De tal forma que aplicando un mantenimiento planificado y autónomo para sus unidades se lograron incrementar en un 18% la productividad, la eficiencia en 10% y la eficacia en 20%.

Este proyecto dio como aporte la propuesta de un plan de trabajo desarrollado a partir de las exigencias a las que están expuestas diariamente las máquinas, ya que mediante ello se pudo aumentar la disponibilidad de sus flota vehicular, evitando paradas y tiempos muerto.

VEGA, Alberto. "Implementación del mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de la maquinaria en la empresa Grúas América SAC". Tesis (Ingeniería Industrial) Lima, Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2017.154pp.

Se tuvo como objetivo principal diseñar un plan de mantenimiento preventivo con la finalidad de mejorar la mantenibilidad, fiabilidad y disponibilidad de sus máquinas. Por ello se desarrolló y ejecuto un cronograma para los respectivos mantenimientos durante ciertos períodos, adjuntando toda la información en unas cartillas. En conclusión, después de aplicada la propuesta de mejora se incrementó la disponibilidad en un 7.6%

El aporte de este proyecto a la presente investigación fue los instrumentos utilizados como la cartilla de mantenimiento donde se especifica cada una de las revisiones diarias que deben realizar a los equipos..

### **1.2.2. ANTECEDENTES INTERNACIONALES**

ROJAS, María. "Implementación de los Pilares TPM (Mantenimiento Total Productivo) de mejoras enfocadas y mantenimiento autónomo, en la planta de producción Ofixpres S.A.S.". Tesis (Ingeniería Industrial) Santander, Colombia: Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga, 2011.108pp.

En la investigación se tuvo como objetivo principal mejorar la rentabilidad y competitividad de la empresa a través de la implementación de 2 pilares fundamentales del TPM, mejoras enfocadas y mantenimiento autónomo, ya

que estos ayudarán a mejorar el rendimiento de su maquinaria y que puedan producir en máxima capacidad. Con ello se concluye que se aumentó la disponibilidad de sus máquinas aplicando los mantenimientos programados y con capacitaciones al personal.

Este proyecto aportó a la presente investigación en lo que respecta a las mejoras enfocadas con la implementación de un plan de mantenimiento y el cumplimiento del mismo, de tal forma que se logra mejorar la confiabilidad de las máquinas.

BOTERO, Alejandro. “Implementación de mantenimiento preventivo para equipos en una empresa de montajes metalmecánicos, civiles y eléctricos”. Tesis (Ingeniería Mecánica) Medellín, Colombia: Universidad EAFIT, 2008. 125pp.

El objetivo principal del autor fue implementar dentro de la organización un plan de mantenimiento preventivo, el cual es nulo en la empresa y solo aplican mantenimientos correctivos cuando los equipos presentan fallos durante el desarrollo de sus actividades, lo cual genera reprocesos, sobre costos y tiempos muertos. Se concluye que mediante la propuesta de mejora se redujo las fallas de sus equipos y por ende un incremento en la productividad.

Este proyecto tuvo un aporte a la presente investigación con respecto a la implementación de un plan de mantenimiento preventivo, ya que con ello se pudo mejorar los tiempos de entrega, evitar los sobrecostos y reducir los tiempos muertos.

VARGAS, Lisbeth. “Implementación del pilar “Mantenimiento Autónomo” en el centro de proceso vibrado de la empresa FIART S.A.S”. Tesis (Ingeniera de Producción) Bogotá, Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2016. 89pp.

Esta investigación tiene como objetivos capacitar al personal, formular indicadores para medir el rendimiento de equipos y elaborar un sistema de seguimiento, medición y análisis. Desarrollar un programa de 6 etapas donde la primera etapa: lanzamiento de campaña educativa, la segunda:

limpieza de máquinas a través de evento súper limpieza, la tercera: creación y divulgación de estándares de mantenimiento autónomo, la cuarta: evaluar conocimientos, la quinta: creación e implementación de indicadores, la sexta: seguimiento del programa a través de auditorías. En conclusión se tiene que aumentó la disponibilidad de sus máquinas chinas en de un 71% al 80%.

El aporte que dio este proyecto a la presente investigación en cuanto a la variable independiente, por la implementación del mantenimiento autónomo, con lo cual se minimizo los defectos en los productos, reducción de los paros en la producción, lo cual generaba retrasos de entrega.

TUAREZ, Cesar. "Diseño de un Sistema de mejora continua en una embotelladora y comercializadora de bebidas gaseosas de la ciudad de Guayaquil por medio de la aplicación del TPM". Tesis (Ingeniería Industrial) Guayaquil, Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2013.167pp.

Esta investigación tiene como objetivo principal mejorar la eficiencia global de sus equipos y alargar la vida útil de los mismos, haciendo participe a todos sus colaboradores de la organización. Para lo cual desarrolló un sistema de mejora continua a través de la aplicación del TPM, debido a la existencia de factores que afectaban su producción como la poca disponibilidad de sus equipos por falta de un mantenimiento preventivo, asimismo de los técnicos especialistas para su ejecución. En conclusión con la aplicación del TPM se logró aumentar en un 8.17% la eficiencia global de sus equipos.

Este proyecto tuvo como aporte a la presente investigación en cuanto a la variable independiente, ya que con la propuesta de mejora del autor de aplicar el TPM, logró reducir los tiempos muertos, minimizar los productos con defectos que se daban debido a las fallas de los equipos durante los procesos.

MANSILLA, Natalia. "Aplicación de la metodología de Mantenimiento Productivo Total (TPM) para la estandarización de procesos y reducción de pérdidas en la fabricación de goma de mascar en una industria nacional".

Tesis (Ingeniería de Alimentos) Santiago de Chile, Chile: Universidad de Chile, 2011.133pp.

Como objetivo principal de esta investigación fue alcanzar una estandarización de sus procesos y disminuir las pérdidas en sus líneas de producción. Para ello implementó el paso 5 de TPM (mantenimiento autónomo), de tal forma que se puedan disminuir las paradas de sus equipos por fallas durante el proceso. En conclusión se logró disminuir los reprocesos en su línea 1 en un 48%, y en la línea 2 un 100%. Por lo tanto obtuvo una mejora continua de su productividad con la colaboración del personal de la industria.

Este proyecto tuvo como aporte a la presente investigación en cuanto a la variable independiente, ya que el autor propuso la implementación del mantenimiento autónomo que es uno de los pilares del TPM, con lo cual logró mejorar su productividad a través de la reducción de los productos defectuosos y fallos en el proceso.

### 1.3. TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA

#### MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)

El TPM es una filosofía de mantenimiento donde el principal objetivo es eliminar las pérdidas en un área de producción provenientes del estado de los equipos, a fin de mantener los mismos en disposición para producir a su capacidad máxima y alcanzar la calidad esperada, sin paradas no programadas. De acuerdo a García, Santiago (2009), esto supone:

• Cero averías
• Cero tiempos muertos
• Sin pérdidas de rendimiento o de capacidad productiva debidos al estado de los equipos

**Figura N° 8:** Beneficios del TPM

***Fuente:*** Elaboración propia

En un principio el TPM se manifiesta como una nueva cultura de mantenimiento, como una nueva filosofía del “Mantenimiento”, que se incorpora de manera integral a la producción, para beneficiarla en el



sentido de reducir los costos del área productiva, e incrementar la eficacia con relación al operario y el sistema que maneja en el área de producción (Rey Francisco, 2001, p.17).

Según Cuatrecasas y Torrell (2010), se puede decir que “El surgimiento del TPM, se muestra como una adecuación al mantenimiento preventivo americano, a partir de que las actividades de mantenimiento se fueron haciendo más dificultosas para los mismos operarios de producción, por la complejidad tecnológica que presentaban los equipos, de tal forma que ya no podían ocuparse del mantenimiento” (p.28).

“El Mantenimiento Productivo Total, es un conjunto de estrategias establecidas, que se instauran dentro de una organización con la finalidad de hacerla más competitiva. Asimismo el TPM hace posible diferenciarla de las demás organizaciones por la transformación y eliminación de deficiencias, que surgen dentro de los sistemas internos y sus trabajadores” (MANOS, Anthony, 2009)

## **LAS SEIS GRANDES PÉRDIDAS**

A partir del concepto general del TPM, un equipo o máquina que no rinde en su capacidad máxima, que tiene fallas constantes y que fabrica productos con baja calidad y presenta defectos. Debería ser preocupante para la empresa y empezar a tomar acciones correctivas, ya que genera pérdidas para la misma (Nofri et al., 2017).

El TPM permite determinar dentro de los procesos de producción 6 causas de pérdidas que se interponen su eficiencia, las cuales se denominan las seis grandes pérdidas:

1. Fallas imprevistas en los equipos, que generan pérdidas de tiempo.
2. Adecuaciones a las máquinas, por pequeñas averías durante las operaciones, son las que producen pérdidas de tiempo.
3. Paradas menores, que interrumpen la producción, que son generadas por fallas temporales.
4. Reducción de la Velocidad, en relación su velocidad real, lo cual afecta en las programaciones de entregas y originan pérdidas en la producción.

5. Defectos en el proceso, que afectan en la calidad del producto final, y por ende generan pérdidas por reproceso.
6. Pérdidas en el arranque, son las que se ocasionan en la puesta en marcha al iniciar la producción, también se pueden dar en períodos de pruebas.

## LOS 8 PILARES DEL TPM

Se conocen a estos ocho pilares como una excelente metodología para una mejor planificación, organización, seguimiento y control dentro de las empresas (Soo-Fen et al., 2018).



**Figura N° 9:** Los 8 Pilares del TPM

**Fuente:** Elaboración propia

## MEJORAS ENFOCADAS

Según Gómez, Carola (2010), “Son los trabajos que se realizan involucrando a todas las áreas que forman parte del proceso productivo, con la finalidad de incrementar la eficiencia global de equipos, mediante un trabajo organizado y centrando la mayor atención en eliminar las pérdidas que existen dentro de una planta industrial” (p.6).

## MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

Se fundamenta en la participación del operador, en cambiar su forma de trabajo habitual, y que puedan adquirir destrezas para el momento en que

realicen el mantenimiento, inspección, conservación, manejo y limpieza. Con ello el operador podrá comprender la importancia de su participación en los trabajos de mantenimiento, en la conservación de las condiciones de trabajo y el impacto positivo que da como resultado la mejora de la productividad (Prickett, 1999).

### **MANTENIMIENTO PLANIFICADO**

Su objetivo es tener una programación de los mantenimientos a realizar para asegurar la eliminación de los problemas futuros, que el equipo tenga un funcionamiento correcto y prevenir las paradas no programadas, mediante acciones de mejora (Omar, R. y Shaik, M., 2018).

### **MANTENIMIENTO DE CALIDAD**

El objetivo es ofrecer un producto o servicio de calidad, por lo tanto un producto cero defectos, el cual se puede lograr con la búsqueda de la mejora continua y optimización de los equipos, tomando acciones para prevenir las posibles fallas.(Barriga Juan, 2013, p.36).

### **PREVENCIÓN DEL MANTENIMIENTO**

Asimismo Gómez, Carola (2010), indica que “Se trata de indagar sobre las máquinas que se utilizarán, y planificar las actividades a efectuar, durante la etapa de diseño, con el propósito de aminorar los costos de mantenimiento durante las faenas (Lim et al., 2007, p.112).

### **TPM EN ÁREAS ADMINISTRATIVAS**

Se refiere a llevar la cultura de mejoramiento a los departamentos administrativos, que no están involucrados directamente con la producción, pero brindan el soporte para equilibrar el desarrollo en la planta de producción y marche de manera competente (Gómez Carola, 2010, p.7).

### **SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE**

También Barriga, Juan (2013), indica que “Se trata de conseguir un ambiente cálido y seguro, para los trabajadores y equipos; muchas veces ocurre que la contaminación proviene de un mal funcionamiento de los equipos, asimismo su mala distribución pueden provocar accidentes, para

ello existen herramientas que ayudan a disminuir la contaminación y accidentes” (p.39).

## **EDUCACIÓN Y ENTRENAMIENTO**

De acuerdo a Gómez, Carola (2010), “El objetivo es incrementar las habilidades y capacidades del personal, para que logren un mejor desenvolvimiento a la hora de actuar e interpretar cuando suceden inconvenientes durante las jornadas laborales futuras” (p.7).

## **DISPONIBILIDAD**

La disponibilidad es el estado en el cual se encuentra el equipo para ser operable en el momento que se requiera, es decir la capacidad de su funcionamiento, con las condiciones necesarias para su manejo (Información federal y envío de noticias, 1998).

Según los conceptos generales del autor, la disponibilidad se refiere a la capacidad que tiene un equipo para producir, que no presente fallos y funcione correctamente en un tiempo determinado; en consecuencia a mayor disponibilidad existirá mayor producción y la eficiencia incrementará.

$$ICMP = \frac{\text{Horas Totales} - \text{Horas paradas por mantenimiento}}{\text{Horas Totales}}$$

## **CONFIABILIDAD**

La confiabilidad puede ser definida como la “confianza” que se tiene de que un componente, equipo o sistema desempeñe su función básica, durante un período de tiempo preestablecido, bajo condiciones estándares de operación (Darghouth, M. Chelbi, A. y Ait-Kadi, D., 2006, p. 2)

Según los conceptos generales del autor, la confiabilidad es la probabilidad de que un equipo pueda desarrollar correctamente su función en una fase de tiempos establecidos, con un nivel de confianza otorgado, sin que ocurra alguna falla durante el proceso.

$$\text{ICM} = \frac{\text{Horas Totales} - \text{Horas parada por mantenimiento no programado}}{\text{Horas Totales}}$$

## **PRODUCTIVIDAD**

Gutiérrez, H. (2010). En su libro titulado: Calidad Total y productividad. Expresa lo siguiente:

“La productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos. Los resultados logrados pueden medirse en unidades producidas, en piezas vendidas o en utilidades, mientras que los recursos empleados pueden cuantificarse por número de trabajadores, tiempo total empleado, horas máquina, etc.”. (GUTIÉRREZ, 2010 p. 21)

La productividad es el grado en que se aprovechan los recursos en el momento de producir, por lo tanto mientras mayor sea nuestra productividad, menores serán los costos de producción, así mismo se incrementará el nivel de competitividad en el mercado, ello podrá lograrse mediante sus dos indicadores eficiencia y eficacia, optimizando los recursos para conseguir cumplir con los objetivos de la organización (Thorelli, 1960, p.6)

## **EFICIENCIA**

Mokate, K. (2001). En su investigación titulada: “Eficacia, eficiencia, equidad y sostenibilidad”. Expresa lo siguiente:

“La eficiencia se puede definir como la capacidad en que se alcanzan los objetivos planteado en el menor tiempo y costo. Por lo tanto el no lograr el efecto que se desea hace que la actividad resulte poco eficiente” (MOKATE, 2001 pág. 4)

La eficiencia se refiere a obtener los resultados esperados en la producción en el tiempo programado, reduciendo los desperdicios y los productos

defectuosos, de tal forma que ello se traduzca en un incremento de la productividad (Nayak, 2017).

$$ICTP = \frac{(\text{Tiempo de Perforación})}{(\text{Tiempo Planificado de Perforación})}$$

## **EFICACIA**

Gutiérrez, H. (2010). En su libro titulado: Calidad Total y productividad. Expresa lo siguiente:

“La eficacia es el grado en que se efectúan las actividades planeadas y se logran los objetivos planificados, implica utilizar los recursos para el logro de los objetivos trazados”. (GUTIÉRREZ, 2010 pág. 21)

La eficacia es el cumplir con los objetivos planificados, sin contemplar el costo o la utilización de los recursos, de tal manera que una organización puede ser eficaz en cuanto cumpla a cabalidad su misión (Stathakis et al., 2017).

$$IPP = \frac{(\text{Perforación Real})}{(\text{Perforación Programada})}$$

## **1.4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.4.1. PROBLEMA GENERAL**

¿Cómo la aplicación del TPM mejora la productividad en el proceso de perforación de la empresa Anclajes y Cimentaciones del Perú SAC, Villa El Salvador, 2019?

### **1.4.2. PROBLEMA ESPECÍFICO**

¿Cómo la aplicación del TPM mejora la eficiencia en el proceso de perforación de la empresa Anclajes y Cimentaciones del Perú SAC, Villa El Salvador, 2019?

¿Cómo la aplicación del TPM mejora la eficacia en el proceso de perforación de la empresa Anclajes y Cimentaciones del Perú SAC, Villa El Salvador, 2019?

## **1.5. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO**

### **1.5.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA**

La presente investigación es justificable teóricamente, ya que al aplicar la metodología del TPM se logrará acrecentar los conocimientos de los operadores en base al mantenimiento y la importancia de éste para tomar buenas decisiones, que permita el desarrollo de los procesos en la empresa Anclajes y Cimentaciones del Perú S.A.C.

### **1.5.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA**

La presente investigación se enfocará en aplicar el mantenimiento autónomo y preventivo, ya que consideramos los más adecuados para el buen funcionamiento operativo y disponibilidad de las perforadoras. El mantenimiento autónomo ayudará a conseguir un mayor compromiso con el personal que opera diariamente los equipos, también otros factores como tener tareas diarias de limpieza, lubricación e inspección, reportes diarios del estado de los equipos, para evitar retrasos de la producción. Con respecto al mantenimiento preventivo se tendrá que hacer una recolección de datos cuidadosa y precisa para listar proporcionalmente las fallas, logrando con ello conformar un plan de mantenimiento oportuno, haciendo uso de herramientas de medición e indicadores, que mejorarán la eficiencia de las perforadoras de la empresa Anclajes y Cimentaciones del Perú S.A.C.

### **1.5.3. JUSTIFICACIÓN TECNOLÓGICA**

La presente investigación es justificable tecnológicamente, ya que mediante la aplicación del TPM, se realizará el proceso de mantenimiento a los equipos en las fechas programadas de paradas, de tal manera que se reducirán las fallas inesperadas y se logrará mejorar la productividad en el proceso de perforación de la empresa Anclajes y Cimentaciones del Perú S.A.C.

#### **1.5.4. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA**

Este estudio realizado ayuda a la organización a ahorrar dinero mediante una disciplina de prevención y planificación, ya que las paradas imprevistas provocan demoras en el proceso, lo que alarga el tiempo de ejecución e impide cumplir con los plazos establecidos; ello tiene como consecuencia el pago de multas por stand by, de acuerdo a las políticas de cada cliente.

### **1.6. HIPÓTESIS**

#### **1.6.1. HIPÓTESIS GENERAL**

La aplicación del TPM mejora la productividad en el proceso de perforación de la empresa Anclajes y Cimentaciones del Perú SAC, Villa El Salvador, 2019

#### **1.6.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**

La aplicación del TPM mejora la eficiencia en el proceso de perforación de la empresa Anclajes y Cimentaciones del Perú SAC, Villa El Salvador, 2019

La aplicación del TPM mejora la eficacia en el proceso de perforación de la empresa Anclajes y Cimentaciones del Perú SAC, Villa El Salvador, 2019

### **1.7. OBJETIVOS**

#### **1.7.1. OBJETIVO GENERAL**

Determinar como la aplicación del TPM mejora la productividad en el proceso de perforación de la empresa Anclajes y Cimentaciones del Perú SAC, Villa El Salvador, 2019

#### **1.7.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Determinar como la aplicación del TPM mejora la eficiencia en el proceso de perforación de la empresa Anclajes y Cimentaciones del Perú SAC, Villa El Salvador, 2019

Determinar como la aplicación del TPM mejora la eficacia en el proceso de perforación de la empresa Anclajes y Cimentaciones del Perú SAC, Villa El Salvador, 2019



## **II. MÉTODO**

## **2.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

### **TIPO DE ESTUDIO**

#### **POR SU FINALIDAD ES APLICADA**

La investigación aplicada tiene como finalidad enfocarse en la consolidación de nuevos conocimientos y la utilización de ellos, implementando la llegada de nuevas tecnologías para resolver problemas y controlar situaciones específicas. El uso de esta investigación proporciona resultados de forma organizada y sistemática, de tal manera que permite comprender la realidad (Munro, 2015, p.595).

#### **POR SU NATURALEZA DE LA INVESTIGACIÓN ES CUANTITATIVA**

En la investigación cuantitativa está orientada a la medición de las variables, por lo que se formulan datos a partir de las cantidades y se realizan cálculos de manera objetiva para deducir resultados (Snyder, 2011, p.145).

#### **POR SU NIVEL DE INVESTIGACIÓN ES EXPLICATIVA**

Para Niño, Víctor (2011), “Se trata de averiguar las causas de los sucesos, hallar una explicación del hecho va más allá de una simple descripción. De este modo se trabaja con hipótesis para comprobar e interpretar la relación causa-efecto de las variables mediante perspectivas diferentes” (p.4).

#### **EXPERIMENTAL – CUASI EXPERIMENTAL**

El presente trabajo de trabajo de investigación se orienta gran parte al enfoque cuantitativo, explicativo y aplicado. Para este tipo de investigación el investigador puede obtener una medición del impacto que genera la variable independiente sobre la dependiente, intentando probar una relación causal. Aquí no se aplica la aleatorización, ni grupos de comparación, solo se trabaja con un grupo al cual se le realizará el pre y post prueba.

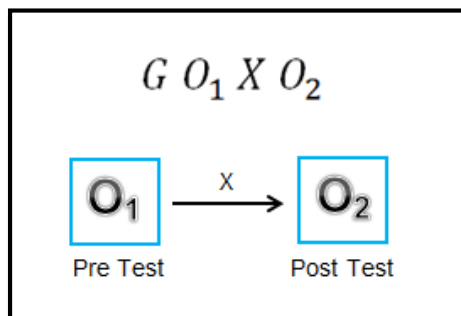
El término cuasi experimental, significa que aún le falta ciertos criterios para llegar al nivel experimental al no tener un control total, a pesar de tener los mismos objetivos, los efectos que se asignan a los grupos puede

que no resulten muy confiables al no contar con una validez externa (Muller, 1985, p.27).

### **POR SU ALCANCE TEMPORAL ES LONGITUDINAL**

Es cuando el estudio se realiza a lo largo de un período de tiempo en diferentes ocasiones, para observar al grupo de estudio y analizar sus cambios. Se recolectan datos para efectuar inferencias de acuerdo a los efectos observados en las variables.

El investigador trabaja con un solo grupo (G), puesto que ejerce un mínimo control de la variable independiente; al grupo de estudio se le aplica un estímulo para determinar su efecto en la variable dependiente. En el siguiente diagrama se muestra el desarrollo de la investigación:



**Figura N° 10:** Diseño Cuasi-Experimental

**Fuente:** *Elaboración propia*

G: Grupo o muestra

$O_1$ : Mediciones Pre Test variable dependiente

X: Variable experimental

$O_2$ : Mediciones Post Test variable dependiente

## 2.2. VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN

### 2.2.1. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	FÓRMULA	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>  <b>TPM</b>	"TPM: Mantenimiento Total de la Producción, el cual aparece, en principio, como una nueva filosofía del "Mantenimiento", integrando a éste en la función producción de manera global, no como un fin en sí mismo, sino como un medio de reducción de los costes de producción, siendo el objetivo esencial conseguir la máxima eficacia del binomio hombre-sistema de producción". (Rey, 2001)	Filosofía que se encarga de eliminar pérdidas asociadas con paros, calidad y costes; gracias a la ayuda del cumplimiento de los indicadores de mantenimiento.	DISPONIBILIDAD	ÍNDICE DE CUMPLIMIENTO DE MANTENIMIENTOS PLANIFICADOS	$ICMP = \frac{\text{Horas Totales} - \text{Horas paradas por mantenimiento}}{\text{Horas Totales}}$	RAZÓN
			CONFIABILIDAD	ÍNDICE CONFIABLE DE MANTENIMIENTO	$ICM = \frac{\text{Horas Totales} - \text{Horas parada por mantenimiento no programado}}{\text{Horas Totales}}$	RAZÓN
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>  <b>PRODUCTIVIDAD</b>	"La productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos". (Gutiérrez, 2010)	La productividad se puede medir cuando se realiza una adecuada valoración de los recursos utilizados para producir, ello podrá lograrse mediante sus dos indicadores eficiencia y eficacia, optimizando los recursos para conseguir cumplir con los objetivos en el menor tiempo posible.	EFICIENCIA	ÍNDICE DE CUMPLIMIENTO DE TIEMPO DE PERFORACIÓN	$ICTP = \frac{(\text{Tiempo de Perforación})}{(\text{Tiempo Planificado de Perforación})}$	RAZÓN
			EFICACIA	ÍNDICE DE PROGRAMACIÓN DE PERFORACIÓN	$IPP = \frac{(\text{Perforación Real})}{(\text{Perforación Programada})}$	RAZÓN

### 2.2.2. MATRIZ DE COHERENCIA

"Aplicación del TPM para mejorar la productividad en el proceso de perforación de la empresa Anclajes y Cimentaciones del Perú SAC, V.E.S-2019"		
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS
GENERAL		
¿Cómo la aplicación del TPM mejorar la productividad en el proceso de perforación de la empresa Anclajes y Cimentaciones del Perú SAC?	Determinar como la aplicación del TPM mejora la productividad en el proceso de perforación de la empresa Anclajes y Cimentaciones del Perú SAC.	La aplicación del TPM mejora la productividad en el proceso de perforación de la empresa Anclajes y Cimentaciones del Perú SAC.
ESPECIFICOS		
¿Cómo la aplicación del TPM mejorar la eficiencia en el proceso de perforación de la empresa Anclajes y Cimentaciones del Perú SAC?	Determinar como la aplicación del TPM mejora la eficiencia en el proceso de perforación de la empresa Anclajes y Cimentaciones del Perú SAC.	La aplicación del TPM mejora la eficiencia en el proceso de perforación de la empresa Anclajes y Cimentaciones del Perú SAC.
¿Cómo la aplicación del TPM mejorar la eficacia en el proceso de perforación de la empresa Anclajes y Cimentaciones del Perú SAC?	Determinar como la aplicación del TPM mejora la eficacia en el proceso de perforación de la empresa Anclajes y Cimentaciones del Perú SAC.	La aplicación del TPM mejora la eficacia en el proceso de perforación de la empresa Anclajes y Cimentaciones del Perú SAC.

## **2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA**

### **2.3.1. POBLACIÓN**

Para el presente trabajo de investigación, se ha considerado como población de estudio la producción de anclajes (expresada en metros lineales) generada por las 3 máquinas perforadoras, que posee la empresa ANCLAJES Y CIMENTACIONES DEL PERÚ SAC, para realizar sus actividades en el proceso de perforación, durante un período de seis meses para el pre y post test.

### **2.3.2. MUESTRA**

Para este proyecto de investigación la muestra será igual a la población, la producción de anclajes (expresada en metros lineales) generada por las 3 máquinas perforadoras, de las cuales se recolectarán datos una vez por semana, en un período de 6 meses, de Abril a Septiembre.

## **2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD**

### **2.4.1. TÉCNICAS**

Para Cerda, H. (1991), "Para desarrollar una investigación científica se debe tomar en consideración la gran variedad de técnicas o métodos que existen para llevar a cabo la recolección de datos" (p.235).

La técnica utilizada por el investigador es la observación y recopilación de datos necesarios observados en el campo para su respectivo análisis y comparación de los indicadores. Cabe mencionar que también se recuperará información electrónica o impresa, manuales técnicos de las máquinas, que nos ayuden a desarrollar el presente trabajo de investigación.

### **2.4.2. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

"Un instrumento que sirva para recoger datos, es cualquier dispositivo o formato, utilizado para registrar o guardar información de los elementos que vienen siendo objeto de estudio" (Arias, 2012, p.68).

En el presente proyecto los instrumentos que se utilizaron para la medición de los indicadores son: las fichas de recojo de información de campo y

cronómetro, formatos de recopilación de datos, reportes diarios de los procedimientos. Mediante los cuales se registrarán los datos necesarios para el estudio y análisis de los indicadores de las variables.

### 2.4.3. VALIDÉZ

Los instrumentos fueron validados por medio del juicio de 3 expertos Ingenieros Industriales, con la finalidad de evaluar si los instrumentos aplicados fueron los oportunos. Obteniendo los siguientes resultados:

APELLIDOS Y NOMBRES	SI	NO
DIAZ DUMONT, JORGE	3	0
VILELA ROMERO, LUIS	3	0
BRAVO ROJAS, LEÓNIDAS	3	0
<b>TOTAL</b>	9	0

**Tabla N° 9:** Evaluación de expertos del indicador de disponibilidad

*Fuente: Elaboración propia*

APELLIDOS Y NOMBRES	SI	NO
DIAZ DUMONT, JORGE	3	0
VILELA ROMERO, LUIS	3	0
BRAVO ROJAS, LEÓNIDAS	3	0
<b>TOTAL</b>	9	0

**Tabla N° 10:** Evaluación de expertos del indicador de confiabilidad

*Fuente: Elaboración propia*

APELLIDOS Y NOMBRES	SI	NO
DIAZ DUMONT, JORGE	3	0
VILELA ROMERO, LUIS	3	0
BRAVO ROJAS, LEÓNIDAS	3	0
<b>TOTAL</b>	9	0

**Tabla N° 11:** Evaluación de expertos del indicador de eficiencia

*Fuente: Elaboración propia*

APELLIDOS Y NOMBRES	SI	NO
DIAZ DUMONT, JORGE	3	0

VILELA ROMERO, LUIS	3	0
BRAVO ROJAS, LEÓNIDAS	3	0
<b>TOTAL</b>	9	0

**Tabla N° 12:** Evaluación de expertos del indicador de eficacia

***Fuente:*** Elaboración propia

La documentación de la validez de los instrumentos se encuentra en el anexo 19.

#### **2.4.4. CONFIABILIDAD**

Para fundamentar que la confiabilidad de los datos del análisis de investigación realizado son reales, se solicitó a la representante legal de la empresa una carta de confiabilidad de los datos entregados y constatación de que los instrumentos que se utilizaron para recolectarlos, obtuvieron la aprobación de la gerencia de la empresa Anclajes y Cimentaciones del Perú (ver anexo 1).

### **2.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS**

#### **2.5.1. ANÁLISIS DESCRIPTIVO**

En éste proyecto de investigación se usó el software Excel, mediante tablas, diagramas, gráficas. Tal información será procesada en el programa estadístico SPSS-25 para analizar y comprobar los datos de forma concreta, mediante las siguientes medidas de tendencia, control y dispersión: media, desviación estándar, coeficiente de variabilidad y tablas de frecuencia.

#### **2.5.2. ANÁLISIS INFERENCIAL**

Para comprobar la hipótesis del presente proyecto de investigación que está basada en datos cuantitativos, se utilizó la herramienta estadística SPSS, con el cual se llegó a comparar las medias, desviación estándar y coeficiente de variabilidad, de los datos tomados antes y después de la aplicación del TPM, determinando entre estos parámetros si las diferencias estadísticas son significativas o solo son aleatorias. Los resultados serán brindados mediante el análisis del alfa de cronbach, prueba de normalidad



de Shapiro Wilk y la contrastación de hipótesis al grado de correlación que se obtendrá con las variables de estudio.

## **2.6. ASPECTOS ÉTICOS**

En el desarrollo de esta investigación se protegerá y respetará la veracidad de la información brindada por la empresa, obedeciendo a los principios de ética profesional y moralidad, al momento de realizar el análisis de los datos y proponer soluciones.

De igual modo, el investigador se compromete proteger la confiabilidad de los datos de la empresa Anclajes y Cimentaciones del Perú S.A.C., quienes brindaron las facilidades para la planeación y ejecución de la aplicación del Mantenimiento Productivo Total (TPM).

## **2.7. DESARROLLO DE LA PROPUESTA**

### **2.7.1. SITUACIÓN ACTUAL**

#### **DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA**

Anclajes y Cimentaciones es una empresa dedicada a brindar soluciones completas y servicios para muros anclados, para el sostenimiento de las cimentaciones, que incluye diseño y ejecución; en las cimentaciones de grandes proyectos a nivel nacional. La empresa lleva más de 7 años desarrollándose en el rubro de la construcción; cuenta con una cartera de clientes dentro del mercado como lo son: Grupo Binda, Grupo Chacarilla y Grupo Origen, los cuales son grandes compañías constructoras que eligen a Anclajes y Cimentaciones por sus precios competitivos y confían en la capacidad de solución en los distintos proyectos del sector inmobiliario.

Los principales servicios que brinda la empresa Anclajes y Cimentaciones del Perú son los siguientes:

<b>SERVICIOS BRINDADOS POR ANCLAJES Y CIMENTACIONES DEL PERÚ S.A.C.</b>	PERFORACIÓN
	INYECCIÓN Y REINYECCIÓN
	TENSADO Y DESTENSADO
	MICROPILOTES

**Figura N° 11:** Servicios brindados

**Fuente:** *Anclajes y Cimentaciones del Perú*

## **DATOS GENERALES**

Razón Social: Anclajes y Cimentaciones del Perú S.A.C.

RUC: 20600300017

Fecha de inicio de Actividades: 15 de Abril del 2015

Actividad Comercial: Servicios de Perforación, Micropilotes, Inyección, Tensado y Destensado

Dirección Legal: Parcela 3C, Mza. A9, Lote 1, Agr. Pachacamac, Grupo A

Distrito/Ciudad: Villa El Salvador

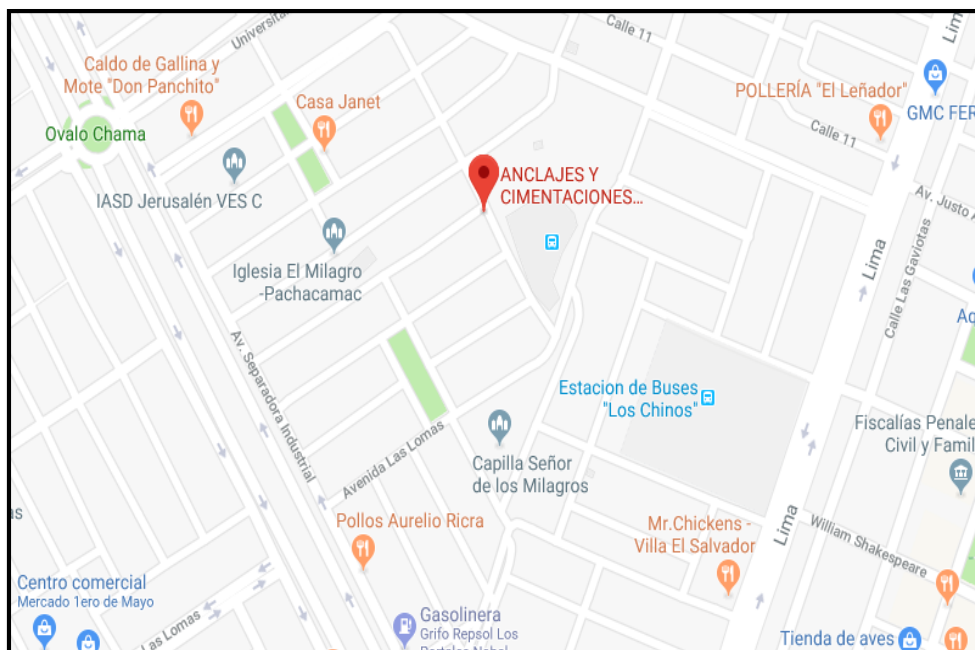
Departamento: Lima

Teléfono: (01) 257-5180

Estado: Activo

Correo Electrónico: [info@anclajesycimentaciones.com](mailto:info@anclajesycimentaciones.com)

Página Web: <http://www.anclajesycimentaciones.com/>

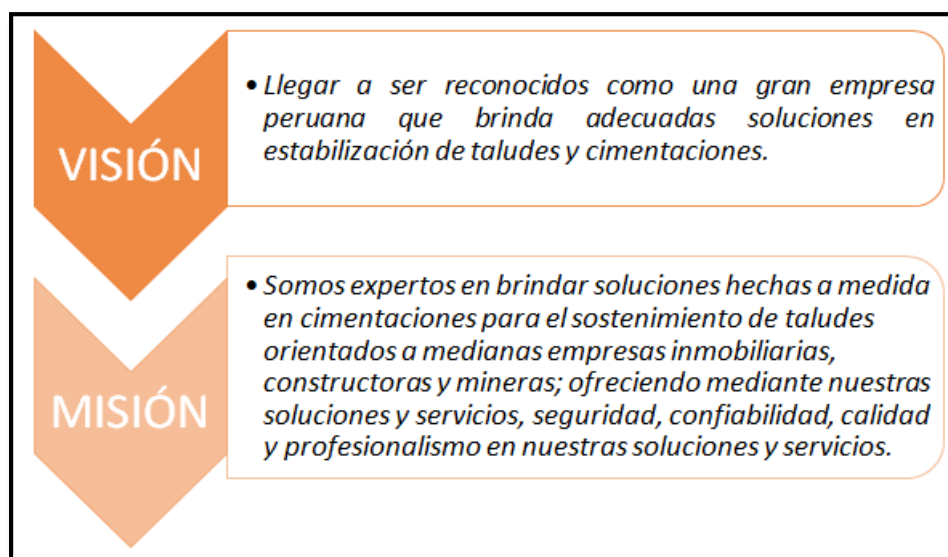


**Figura N° 12:** Ubicación de la Empresa

**Fuente:** Google Maps

## VISIÓN Y MISIÓN

Para el desarrollo de tales servicios Anclajes y Cimentaciones, enmarca los siguientes objetivos y perspectivas para la empresa dentro de su visión y misión:

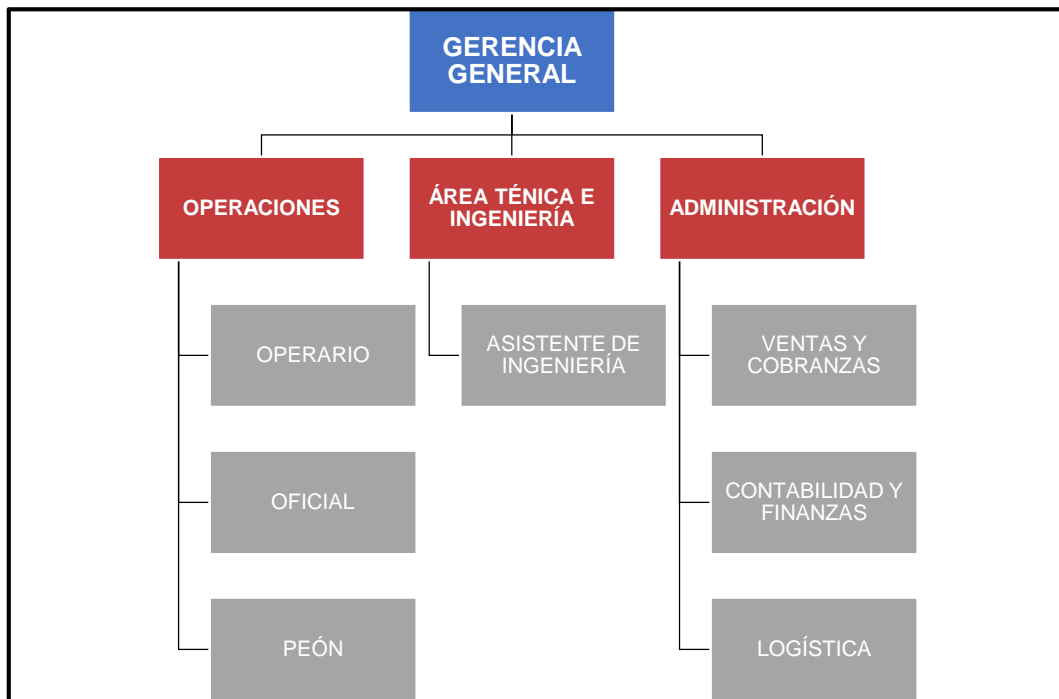


**Figura N° 13:** Visión y Misión

**Fuente:** Anclajes y Cimentaciones del Perú

## ORGANIGRAMA

La empresa tiene una organización, en la cual las distintas áreas existentes llevan una comunicación fluida, respetando las jerarquías.



**Figura N° 14:** Organigrama de Anclajes y Cimentaciones del Perú SAC

**Fuente:** *Elaboración propia*

## DESCRIPCIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO

### PERFORACIÓN

El proceso de perforación es la primera etapa para la elaboración de anclajes; cabe señalar que la ejecución de desarrolla según lo indicado en los planos del proyecto previamente aprobados por un especialista en geotecnia, a continuación de detalla el procedimiento:

1. Señalización del punto a perforar
2. Medición de inclinación del mástil (uso de inclinómetro)
3. Colocación de herramientas de perforación (tubería de acero, broca, porta broca, corona, martillo).
4. Perforación rotopercutiva
5. Colocación del anclaje



**Figura N° 15:** Servicio de Perforación

***Fuente:*** Anclajes y Cimentaciones del Perú

## **INYECCIÓN**

Una vez instalado el anclaje en el punto perforado, se inicia la inyección la cual es efectuada desde el fondo a la boca de la perforación, desarrollándose de una forma ininterrumpida hasta que la lechada rebose por la boca o por la manguera de purga. La lechada antes mencionada se mezcla en una máquina inyectora; está compuesta por cemento portland tipo I, aditivo plastificante y agua; la cantidad a preparar dependerá de la cantidad de metros lineales del anclaje, la preparación adecuada de dichos componentes garantizarán la resistencia esperada del bulbo del anclaje para el alargamiento de la zona libre del mismo.



**Figura N° 16:** Servicio de Inyección

***Fuente:*** Anclajes y Cimentaciones del Perú

## **TENSADO**

El tensado del anclaje debe ser efectuado por un personal con experiencia en este tipo de trabajos, ya que es un proceso que se realiza con suma rigurosidad; el primer paso es realizar el montaje del equipo, herramientas y accesorios de tensado sobre el anclaje, luego se realiza la prueba al anclaje, según los datos del diseño del mismo, durante el tensado se anotan los datos en un formato, tales datos nos permitirán conocer su comportamiento y comprobar si el anclaje cumple o no con los estándares de calidad.





**Figura N° 17:** Servicio de Tensado

***Fuente:*** Anclajes y Cimentaciones del Perú

## **MICROPILOTES**

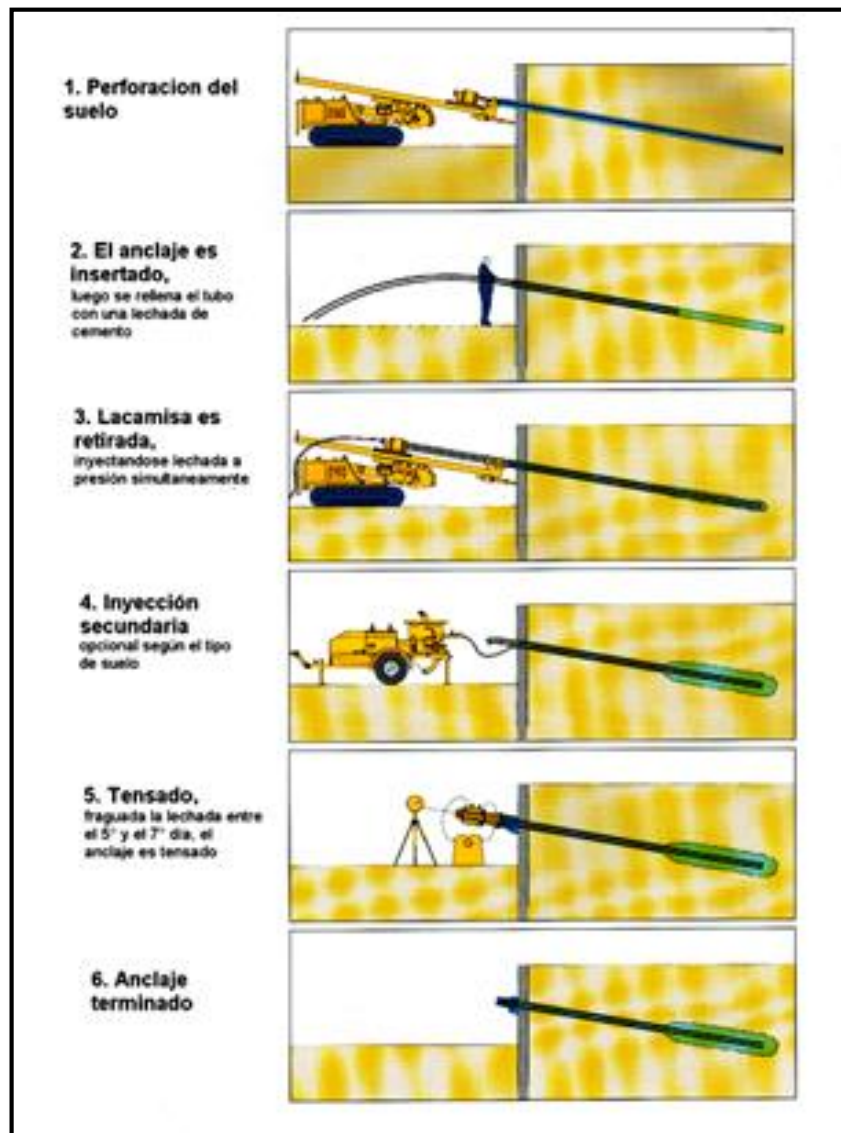
Los micropilotes a diferencia de los anclajes, la perforación se desarrolla verticalmente, por lo tanto la máquina ejerce mayor presión por la profundidad. En cuanto a la inyección y el proceso de tensado el procedimiento es el mismo que el de los anclajes.



**Figura N° 18:** Servicio de Micropilotes  
**Fuente:** *Anclajes y Cimentaciones del Perú*



## DIAGRAMA DEL PROCESO CONSTRUCTIVO



**Figura N° 19:** Proceso Constructivo de Anclajes

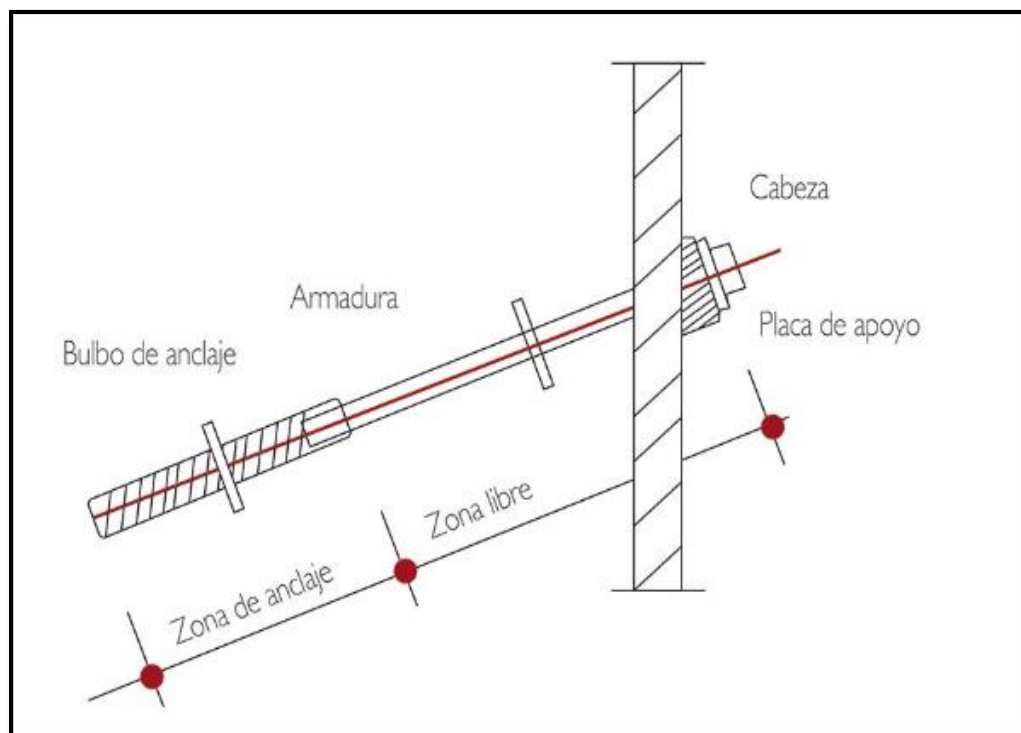
**Fuente:** *Anclajes y Cimentaciones del Perú*

## DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO FINAL

La empresa brinda servicios para muros anclados y soluciones completas para el sostenimiento de taludes en cimentaciones, resultando como producto final un anclaje postensado.

## ANCLAJE POSTENSADO

El anclaje postensado es un elemento activo instalado en los suelos que transmiten una carga de tracción a un estrato resistente. Se colocan en perforaciones efectuadas en el suelo o roca, y se inyectan con lechada de cemento. Está compuesto por torones de acero y poseen un cabezal, longitud libre (donde no se transmite cargas al terreno) y una longitud de bulbo o fija (donde sí se transmiten cargas del torón al terreno) en la cual se adhiere la lechada de cemento. Estos anclajes pueden ser temporales o permanentes, diferenciándose por su factor de seguridad y su durabilidad, aplicados a la hora de su ejecución.



**Figura N° 20:** Detalle del Anclaje Postensado

**Fuente:** *Anclajes y Cimentaciones del Perú*



**Figura N° 21:** Anclaje Postensado

*Fuente: Anclajes y Cimentaciones del Perú*



**Figura N° 22:** Cimentación de 6 sótanos con Muro Anclado

*Fuente: Anclajes y Cimentaciones del Perú*

## **SITUACIÓN ACTUAL EN EL PROCESO DE PERFORACIÓN**

Si bien es cierto, actualmente en la empresa se desarrolla un mantenimiento preventivo a las 3 máquinas de perforación para evitar paradas por fallos, de las cuales solo 1 de ellas se encuentra operativa, pero no está rindiendo a su máxima capacidad por las deficiencias en el mantenimiento; las otras 2 están indisponibles debido a sus fallas constantes, falta de presupuesto para el mantenimiento y que aún no se hallan todas las fallas por las cuales no están rindiendo a su capacidad habitual. Tales actividades no son registradas en formatos de control y no se desarrollan con un plan y/o cronograma organizado.

La máquina KLEMM 802, la cual se encuentra operativa actualmente, es una perforadora con sistema hidráulico, que realiza trabajos de perforación, para la instalación de anclajes y/o micropilotes en cimentaciones para obras de construcción y minería.



**Figura N° 23:** Perforadora Klemm 802

**Fuente:** *Anclajes y Cimentaciones del Perú*



La máquina KLEMM 803 y BAUER UBW-06, son las que se encuentran inoperativas, ambas son perforadoras y realizan las mismas funciones de perforación.



**Figura N° 24:** Perforadora Klemm 803

**Fuente:** *Anclajes y Cimentaciones del Perú*



**Figura N° 25:** Perforadora Bauer UBW-06

**Fuente:** *Anclajes y Cimentaciones del Perú*

Los montos de perforación en los últimos seis meses del año 2018, son los siguientes:

<b>AÑO 2018</b>		
<b>MES</b>	<b>METRADO (m)</b>	<b>VALORIZACIÓN (S/.)</b>
JULIO	313.30	89987.00
AGOSTO	450.00	130500.00
SEPTIEMBRE	200.10	58029.00
OCTUBRE	400.60	116174.00
NOVIEMBRE	313.30	89987.00
DICIEMBRE	450.00	130500.00

**Figura N° 26:** Registro Metrado último semestre 2018

***Fuente:*** Anclajes y Cimentaciones del Perú

## MEDICIÓN DE LA DISPONIBILIDAD

PRE TEST TPM / ABRIL-JUNIO				
PERÍODO	SEMANA	HORAS PARADAS POR MANTENIMIENTOS	HORAS TOTALES	DISPONIBILIDAD %
ABRIL	1	5	48	0.90
	2	5	48	0.90
	3	5	48	0.90
	4	5	48	0.90
MAYO	1	5	48	0.90
	2	5	48	0.90
	3	5	48	0.90
	4	5	48	0.90
JUNIO	1	5	48	0.90
	4	5	48	0.90
	3	5	48	0.90
	4	5	48	0.90
TOTAL		60	576	0.90

**Tabla N° 13:** Medición de Disponibilidad de Abril a Junio

***Fuente:*** Elaboración Propia

Para la medición de la dimensión disponibilidad, se tuvo en cuenta las horas totales en las que debería trabajar la máquina de perforación que son 48 por semana, como también las horas de mantenimiento programado totales por semana, la cual es 1 hora por día, a excepción del día sábado, dichas horas tienen que ser cumplidas por el operador, sabiendo que en la empresa se labora de lunes a sábado.

### FORMULACIÓN:

$$\frac{(\text{HORAS TOTALES} - \text{HORAS PARADAS POR MANTENIMIENTO})}{(\text{HORAS TOTALES})}$$

$$\frac{576 \text{ horas} - 60 \text{ horas}}{576 \text{ horas}} = 0.90 = 90\%$$

Se obtuvo como resultado que el cumplimiento de los mantenimientos planificados se cumplen en un 90% los cuales son realizados empíricamente por los propios trabajadores, asimismo no se lleva un control y registro de ellos, de tal manera que existe un margen de probabilidad que los mantenimientos no sean 100% confiables. Por lo tanto para mejorar el nivel de disponibilidad de las máquinas, se propondrá un plan de mantenimiento preventivo, con la colaboración de los propios operarios y un mecánico especialista el cual nos ayudará con las capacitaciones.

### MEDICIÓN DE LA CONFIABILIDAD

PRES TEST TPM / ABRIL-JUNIO		
PERÍODO	SEMANA	HORAS PARADAS POR MANTENIMIENTOS NO PROGRAMADOS
ABRIL	1	6
	2	13
	3	11
	4	7
MAYO	1	8
	2	6
	3	13
	4	6
JUNIO	1	10
	2	12
	3	5
	4	9
TOTAL		106

**Tabla N° 14:** Medición de la Confiabilidad de Abril a Junio

***Fuente:*** Elaboración Propia

Para realizar el análisis de la dimensión confiabilidad se tuvo en cuenta las horas paradas de la máquina por mantenimientos no programados que suman un total de 106 antes de aplicar la propuesta de mejora, debido a las deficiencias al momento realizar los mantenimientos a las máquinas, por el poco conocimiento del procedimiento que tienen los operarios. Lo



que se desea lograr es disminuir dichas horas por los mantenimientos no planificados ya que ello afecta al no tener disponibles las máquinas cuando se requiere, en consecuencia se reduce el nivel de productividad.

## MEDICIÓN DE LA EFICIENCIA

PRE TEST TPM / ABRIL-JUNIO				
PERÍODO	SEMANA	TIEMPO DE PERFORACIÓN (Hr)	TIEMPO PLANIFICADO DE PERFORACIÓN (Hr)	EFICIENCIA %
ABRIL	1	37	43	0.86
	2	30	43	0.70
	3	32	43	0.74
	4	36	43	0.84
MAYO	1	35	43	0.81
	2	37	43	0.86
	3	30	43	0.70
	4	37	43	0.86
JUNIO	1	33	43	0.77
	4	31	43	0.72
	3	38	43	0.88
	4	34	43	0.79
TOTAL		410	516	0.79

**Figura N° 27:** Medición de Eficiencia de Abril a Junio

**Fuente:** *Elaboración Propia*

Teniendo los datos de los tiempos de perforación, asimismo el tiempo planificado de perforación que son 43 horas por semana, es entonces que haciendo el respectivo análisis de la información se sostiene que no se está cumpliendo con los tiempos estimados, de tal forma que la producción se retrasa y esto conlleva a la extensión de los días programados de ejecución.

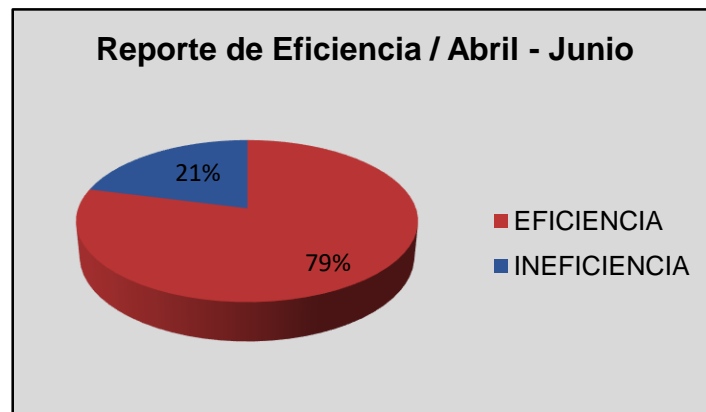
## FORMULACIÓN

Identificaremos el nivel de eficiencia de acuerdo al tiempo en que se perfora semanalmente, el cual se debe cumplir sin interrupciones por el operario que manipula la máquina de perforación, respecto del tiempo programado que son 43 horas por semana, se calculará el porcentaje con la siguiente fórmula:

$$\frac{(\text{TIEMPO DE PERFORACIÓN})}{(\text{TIEMPO PLANIFICADO DE PERFORACIÓN})}$$

$$\frac{410 \text{ horas}}{516 \text{ horas}} = 0.79 = 79\%$$

EFICIENCIA	INEFICIENCIA
79%	21%



**Fuente:** *Elaboración Propia*

Según el análisis realizado del mes de Abril a Junio, se obtuvo un 79% de eficiencia, el cual es un nivel regularmente aceptable pero se requiere mejorar, asimismo tenemos un 21% de ineficiencia, en el cual se produce debido a las fallas que presentan las máquinas durante el proceso de

perforación, donde se tienen que realizar paradas por mantenimientos correctivos.

## MEDICIÓN DE LA EFICACIA

PRE TEST TPM / ABRIL-JUNIO				
PERÍODO	SEMANA	PERFORACIÓN REAL (m)	PERFORACIÓN PROGRAMADA (m)	EFICACIA %
ABRIL	1	219.20	344	0.64
	2	185.60	344	0.54
	3	191.20	344	0.56
	4	213.70	344	0.62
MAYO	1	210.90	344	0.61
	2	216.30	344	0.63
	3	182.90	344	0.53
	4	217.30	344	0.63
JUNIO	1	206.40	344	0.60
	2	188.10	344	0.55
	3	223.30	344	0.65
	4	208.40	344	0.61
TOTAL		2463.30	4128	0.60

**Figura N° 28:** Medición de Eficacia de Abril a Junio

***Fuente:*** Elaboración Propia

Teniendo los datos de los metros perforados, asimismo los metros planificados de perforación que son 344 metros por semana, es entonces que haciendo el respectivo análisis de la información se sostiene que no se está cumpliendo con la producción programada, de tal forma que no se cumplen con los metrados proyectados y ello conlleva a recibir multas por parte del cliente.

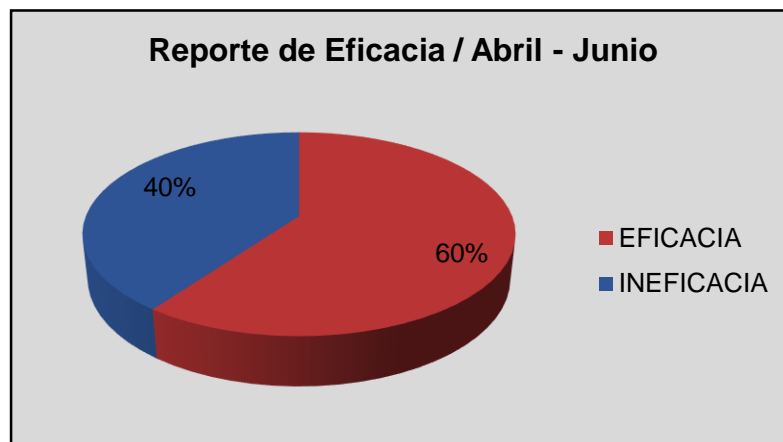
## FORMULACIÓN

Identificaremos el nivel de eficacia de acuerdo a los metros perforados semanalmente, según los reportes de perforación semanal, respecto de los metros programados que son 344 metros por semana, se calculará el porcentaje con la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{PERFORACIÓN REAL}}{\text{PERFORACIÓN PROGRAMADA}}$$

$$\frac{2463.30 \text{ metros}}{4128 \text{ metros}} = 0.60 = 60\%$$

EFICACIA	INEFICACIA
60%	40%



**Fuente:** *Elaboración Propia*

Según el análisis realizado del mes de Abril a Junio, se obtuvo un 60% de eficacia, el cual es un nivel regular pero se requiere mejorar, asimismo tenemos un 40% de ineficiencia, en el cual se produce debido a la indisponibilidad de las máquinas, tiempos muertos y reprocesos.

De acuerdo al análisis realizado durante los tres meses de Pre Test, desde Abril a Junio, se pudo definir el estado actual en lo que respecta a la

productividad del proceso de perforación de la empresa Anclajes y Cimentaciones del Perú S.A.C., la cual arroja un 47% producto de un diagnóstico de la multiplicación entre eficiencia y eficacia de los datos recogidos para determinar el resultado.

Estos resultados se dan en base a que tenemos un 79% de eficiencia en la que intervienen los tiempos que se perforan semanalmente, respecto de los tiempos de perforación programados por semana; en relación a la eficacia tenemos un 60%, en el cual se consideran los metros que se perforan semanalmente, en proporción a los que se deberían perforar según la producción establecida por semana.

SITUACIÓN ACTUAL	VARIABLE DEPENDIENTE	
	EFICIENCIA	79%
	EFICACIA	60%
	PRODUCTIVIDAD (EFICIENCIA X EFICACIA)	
	47%	

**Figura N° 29:** Tabla de análisis de Productividad / Pre Test

**Fuente:** *Elaboración Propia*

Actualmente en la empresa Anclajes y Cimentaciones del Perú S.A.C. se registra un bajo porcentaje de productividad en el proceso de perforación, esto se debe a la baja disponibilidad y confiabilidad de las máquinas de perforación, las cuales no están recibiendo un adecuado mantenimiento, esto es provocado por la inexistencia de capacitaciones del personal, la carencia de herramientas adecuadas para realizar los mantenimientos y la falta de un plan de mantenimiento. Por tal motivo se propuso aplicar el TPM, para mejorar dichas deficiencias, de tal manera que su aplicación será detallada paso a paso a continuación.

### **2.7.2. PROPUESTA DE MEJORA**

Para realizar una propuesta de mejora se tiene que tomar en cuenta la situación actual de la empresa, según ello se toman ciertas medidas de

solución para mejorar las deficiencias dentro de la organización que afectan a la productividad en este caso. En el campo donde se ejecuta las operaciones, las seguidas paradas de las máquinas en el proceso de perforación generan el problema de la baja productividad, pues de acuerdo a la disponibilidad y confiabilidad de esta máquina, es que se conduce el nivel de producción; es por ello que resulta imprescindible la aplicación de una metodología que nos permita reducir o eliminar el problema desde raíz.

Para ello se plantearon tres herramientas cuya metodología nos permitirá reducir el problema, las cuales son las siguientes:

- TPM
- KAIZEN
- 5'S

Se realizó un cuadro valorativo para el análisis de las 3 opciones, mediante ello fue elegido el TPM como metodología a aplicar para mejorar la planeación y ejecución de los mantenimientos e incrementar el nivel de productividad en el proceso de perforación. De tal forma que esta metodología aportará a tener un mejor control de los mantenimientos a través de un plan de mantenimiento preventivo. Uno de los motivos por el cual se eligió el TPM es porque el antes mencionado aplica los conceptos de 5'S en la primera fase y KAIZEN mediante el proceso de mejora continua.

Según el análisis de los resultados dados en la situación actual de la empresa Anclajes y Cimentaciones del Perú S.A.C, en relación a como desarrollan sus procesos y actividades, se tuvo un 47% de eficiencia en la que influye las paradas no programadas de las máquinas y lo que se deja de producir en esos tiempos muertos, por tal motivo se trata es proponer una mejora para incrementar el porcentaje de productividad en un período establecido. Los objetivos que se plantean lograr son:

- Mostrar resultados tangibles y significativos, que disponen en invertir tiempo, recursos humanos y financieros se optimizara el funcionamiento de los equipos, minimizando las paradas de máquina y los retrasos de producción.

- Cambio total del ambiente de trabajo, generar un entorno grato, agradable y seguro de trabajo, incrementando la confianza tanto en operarios como en los clientes, en consecuencia obtener un producto final de calidad.
- Transformación de las formas de trabajo, en cuanto a los resultados que se obtienen los colaboradores tienden a motivarse y aumenta su participación diaria.

Posteriormente se detallará el proceso de aplicación del mantenimiento productivo total en la empresa Anclajes y Cimentaciones del Perú S.A.C.

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN																														
ETAPAS		ACTIVIDADES	ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE			
			SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5	SEM 6	SEM 7	SEM 8	SEM 9	SEM 10	SEM 11	SEM 12	SEM 13	SEM 14	SEM 15	SEM 16	SEM 17	SEM 18	SEM 19	SEM 20	SEM 21	SEM22	SEM 23	SEM 24	SEM 25	SEM 26	SEM 27	SEM 28
Planificación	1	Entrevista con gerente de la empresa AyC																												
	2	Estructurar la Aplicación del TPM																												
	3	Designar responsables																												
	4	Determinar el alcance del TPM																												
	5	Realizar inventario de máquinas y toma de muestra																												
	6	Realizar la evaluación PreTest de los indicadores del TPM																												
	7	Realizar la evaluación PreTest de los indicadores de Eficiencia																												
Ejecución	8	Capacitación a los involucrados en la aplicación del TPM																												
	9	Elaborar el Plan de Mantenimiento Productivo Total																												
	10	Elaborar el cronograma de mantenimiento preventivo																												
	11	Realizar la aplicación del TPM																												
Verificación	12	Realizar la evaluación Post Test de los indicadores del TPM																												
	13	Realizar la evaluación Post Test de los indicadores de Eficiencia																												
Revisión	14	Revisión por la Gerencia																												

**Tabla N° 15:** Cronograma de ejecución - Diagrama de Gantt

**Fuente:** *Elaboración Propia*



### 2.7.3. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

La finalidad con la que se implementará el mantenimiento productivo total (TPM), es alcanzar el mayor nivel de productividad en el proceso de perforación. La ejecución se enfocará en eliminar los tiempos muertos y en reducir los fallos de las máquinas, de tal forma que también se extienda su vida útil. La implementación consta de 4 etapas las cuales son las siguientes:

#### ETAPA DE PREPARACIÓN

- a) Como primera etapa la gerencia informa al personal de la organización acerca de la decisión de aplicación del mantenimiento preventivo, haciendo entrega de documentación informativa para dar a conocer sobre la implementación del proyecto durante las reuniones que se dieron a cabo en el taller de mantenimiento.
- b) Se creó la estructura para la implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM), creándose grupos de trabajo.

PERSONAL	FUNCIONES
<b>JEFE DE MANTENIMIENTO</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Inspeccionar al personal que cumplan con sus funciones y realicen adecuadamente los trabajos.</li><li>- Proponer propuestas de mejora.</li><li>- Organizar al personal antes de que comiencen sus actividades.</li><li>- Coordinar los tiempos y tareas a realizar.</li></ul>
<b>ENCARGADO</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Verificar que el personal cuente con las herramientas, materiales y repuestos necesarios.</li><li>- Registrar toda la información observada en las fichas de control de mantenimientos.</li><li>- Presentar un reporte semanal de estado en que se encuentran las máquinas.</li></ul>
<b>AUXILIAR</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Revisar los ingresos y salidas del taller donde se almacenan las herramientas, materiales y</li></ul>

	<p>repuestos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Coordinar con las áreas encargadas para el abastecimiento de materiales y repuestos.</li> </ul>
<b>OPERARIO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar las actividades de mantenimiento a las máquinas.</li> <li>- Detectar y reparar fallos de la máquina.</li> <li>- Realizar tareas de mantenimiento diarias.</li> </ul>

**Tabla N° 16:** Actividades propuestas para el personal

**Fuente:** *Elaboración Propia*

## FASE DE INTRODUCCIÓN

Inicio del mantenimiento productivo total, en el cual asistieron todos los integrantes relacionados a la empresa, acto en el cual se informa sobre las actividades preparadas.



**Figura N° 30:** Personal encargado

**Fuente:** *Elaboración Propia*

En la figura N°30 se observa al personal que estará involucrado en las actividades de mantenimiento, se encuentran en campo desarrollando sus actividades diarias.

## FASE DE IMPLANTACIÓN

Para esta fase es donde se aplican todas las actividades programadas, con fechas para su cumplimiento, donde se definió la duración del plan de mantenimiento del proyecto.

Cabe detallar que antes de iniciar con el plan de mantenimiento preventivo, se realizó un análisis y registro de las fallas usuales de las máquinas:

FALLAS USUALES DE MÁQUINA DE PERFORACIÓN			
UNIDAD DE POTENCIA, REFRIGERACIÓN Y SISTEMA ELÉCTRICO			
COMPONENTE	MODO DE FALLA	CAUSA	DETALLE FALLA
MOTOR	HUMO EXCESIVO POR EL ESCAPE	Mala inyección	Poca atomización del combustible
		Quema de aceite	Aceite en la cámara de compresión
		Mala compresión	Porcentaje de aire vs porcentaje de combustible
	POCA FUERZA	Poca compresión	Ajuste cilindros camisa con anillos
		Soplador	Cantidad de aire que suministra
		Inyección	Desbalanceo en el tiempo de administración de combustible
MOTOR	ALTO CONSUMO DE ACEITE	Desperdicio	Tapas laterales de motor con fugas
		Quema de aceite	Aceite en la cámara de compresión
RADIADOR	ALTA TEMPERATURA	Fugas de agua	Poros en tanque o panal
		Ductos tapados	Suciedad del panal
		Panal sucio	Paso de aire obstruido para refrigerar
SISTEMA ELÉCTRICO	CARGA, CONEXIONES E INSTALACIÓN	Bornes, conexión	Mal contacto, interrupciones y fusibles
		Batería	Niveles de líquido, celdas y vida útil
		Alternador	Daño de retorno de energía

**Figura N° 31:** Fallas usuales en la unidad de potencia, refrigeración y sistema eléctrico

**Fuente:** *Elaboración Propia*

SISTEMA HIDRÁULICO			
CONTROL DE VALVULAS	NO RESPONDE	Fugas	Mal estado de mangueras
		Paso de aire o hidráulico	Poca presión, obstrucción de paso
VALVULAS	NO RESPONDE	Vida útil	Ajuste de acción y paso de aire o hidráulico
MANGUERAS	ESCAPES	Desajuste	Racores en mal estado
		Cristalizadas	Tiempo y exposición al ambiente
		Perforaciones	Mal montaje o vida útil
GATOS, EMBOLOS Y/O BOSTERS	NO RESPONDE	Doble acción	Paso fluido entre cámaras
	FUERZA	Alta presión	Desgaste de empaques
		Ajuste	Desgaste de anillos
	DESPERDICIO	Racores	Ajuste de elementos de unión
ROTACIÓN Y RELACIÓN DE ENGRANAJES			
ENGRANAJES	FATIGA	Desgaste	Pérdida de geometría de diente
		Rupturas	Pérdida de diente
		Eje central	Agrietamiento
RODAMIENTOS	AJUSTE	Carga elevada	Desgaste de elemento rodante
		Ruptura	Impacto
	LUBRICACIÓN	Ductos Tapados	Suciedad en componente de lubricación

**Figura N° 32:** Fallas usuales en el sistema hidráulico, rotación y relación de engranajes

**Fuente:** *Elaboración Propia*




**Figura N° 33:** Detección de fallas usuales

**Fuente:** *Elaboración Propia*

Como se observa en la figura N°33 la rotura de mangueras o fugas de combustible con unas de las fallas que comúnmente suele tener la máquina perforadora durante el proceso de perforación, lo cual conlleva a las paradas durante el proceso, genera tiempos muerto y el retraso en la entrega del servicio.

- a) Se amoldaron los grupos de trabajo conformado por operarios, técnicos e ingenieros, con la finalidad de mejorar el rendimiento de las máquinas, de tal forma que se evaluará toda actividad mínima desarrollada en el taller y campo.
- b) Se estableció un plan de mantenimiento y otros procedimientos relacionados con los mantenimientos para ser realizados por el personal encargado. A continuación de detalla lo mencionado anteriormente:

	<b>ANCLAJES Y CIMENTACIONES DEL PERÚ</b> <b>S.A.C.</b>	<b>Fecha:</b>
<b>TPM</b>	<b>Procedimiento de Limpieza de Máquina</b>	
<b>Duración:</b>	<b>Tipo de Mantenimiento:</b>	
<b>Descripción de las Actividades</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Utilizar equipo de protección personal.</li> <li>2. Seleccionar los materiales para la limpieza de la máquina.</li> <li>3. Colocar rótulos de inoperatividad por limpieza.</li> <li>4. Retirar polvo, grasa, aceite y desperdicios de <u>todo</u> el área delimitada de la máquina con paño seco.</li> <li>5. Retirar el polvo y desperdicios de la superficie de la máquina y de su interior.</li> <li>6. Extraer la grasa solidificada de la superficie de las piezas y limpiar el aceite de las superficies e interiores que han sido goteados por error.</li> <li>7. Quitar y retirar las manchas de pintura de las superficies y de su interior.</li> <li>8. Quitar el óxido de las superficies y se identifica algunas zonas que seas críticas para su próximo tratamiento.</li> <li>9. Limpiar el sistema hidráulico y los botones de control (panel de control).</li> <li>10. Informar sobre la culminación de la limpieza.</li> <li>11. Retirar el rótulo de inoperatividad por limpieza.</li> <li>12. Verificar que no exista ningún elemento que no pertenezca a la máquina y retirarlo para su clasificación.</li> <li>13. Inventariar material de limpieza utilizados.</li> </ol>		
<b>Aprobado por:</b>		
<b>Observación:</b>		

**Figura N° 34:** Procedimiento de Limpieza de máquinas

**Fuente:** *Elaboración Propia*



## PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MÁQUINA PERFORADORA KLEMM 802

### N° 1 – diario

El plan de mantenimiento diseñado se detalla a continuación, teniendo en cuenta las siguiente restricción:

- Ejecutar el mantenimiento con el equipo apagado.

El plan de mantenimiento se plasmará en la siguiente ficha de registro de mantenimiento:

RESPONSABLE:		FECHA:			
MÁQUINA:	HORÓMETRO:	HORA:			
MODELO:	TURNO:	LUGAR:			
ITEM	ELEMENTOS	SI	NO	OBSERVACIONES	
1	Inspección General de la Maquina				
2	Verificar deformaciones, roturas, fugas.				
<b>Motor Diesel</b>					
3	Verificar/Rellenar Aceite de motor				
4	Verificar/Rellenar combustible				
5	Revisar sistema de adm. de aire				
6	Revisar estado de fajas (Alternador, Ventilador)				
7	Purgar el agua del separador agua - combustible				
8	Revisar nivel de líquido de las baterías				
<b>Tablero Eléctrico (Sistema Eléctrico)</b>					
9	Verificar estado de las paradas de emergencia				
10	Verificar Estado de los indicadores del tablero				
11	Verificar componentes del tablero (roto, suelto)				
<b>Tanque Hidráulico</b>					
12	Verificar/Rellenar aceite hidráulico				
13	Verificar indicador de filtros				
14	Verificar T° y estado del termómetro (máx. 60°C)				
<b>Pistones de Elevación y Gatas Hidráulicas</b>					
15	Verificar estado de los pistones (fugas, picaduras)				
<b>Winche de Izaje</b>					
16	Verificar si la Carreta tiene juego				
17	Revisar minuciosamente estado del cable				
18	Lubricar (dos puntos de lubricación)				
<b>Bastidor de Avance</b>					
19	Verificar/apretar pernos (bastidor/estructura base)				
20	Revisar y lubricar guías de la cuna				
21	Engrasar rodillo de la cuna				
22	Engrasar la cadena de tracción				
<b>Cuna de Avance</b>					
23	Engrasar guías				
24	Verificar cuna (ajustar pernos)				
<b>Sujetador de Tubos (Rod Holder)</b>					
25	Verificar ajuste de los pernos principales				
26	Verificar fugas de aceite hidráulico				
27	Revisar estado de mordazas y portamordazas				
<b>Sistema de Orugas</b>					
28	Verifica la tensión de la cadena				
29	Verificar nivel de aceite del engranaje del mando final				
<b>Panel de Mandos.</b>					
30	Prueba del Dispositivo de Parada de emergencia.				
31	Verificar estado de manómetros (glicerina).				
32	Verificar fugas de aceite hidráulico				
<b>Bomba de agua</b>					
33	Engrase de sellos de eje del piston (tres puntos)				
34	Revisar/Rellenar aceite 15W-40				
OBSERVACIONES:					
FIRMA DEL OPERADOR		V°B° DPTO DE MANTENIMIENTO		FIRMA DEL SUPERVISOR	

**Figura N° 35:** Check List diario de máquina perforadora

**Fuente:** *Elaboración Propia*



**Figura N° 36:** Actividad diaria de mantenimiento

**Fuente:** *Elaboración Propia*

Como se aprecia en la figura N°36 se ha realizado el engrase del bastidor de avance de la máquina perforadora, lo cual es una actividad que se realiza diariamente para el mejor funcionamiento de la misma, asimismo evita el descarrilamiento de la cadena de tracción. También una de las actividades diarias es mantener el área de trabajo limpia y ordenada.

#### **N° 2 cada 250 HR**

El plan de mantenimiento diseñado se detalla a continuación, teniendo en cuenta las siguiente restricción:

- Ejecutar el mantenimiento con el equipo apagado.

Para las 250hr del plan de mantenimiento se plasmará en una ficha de registro de mantenimiento en el anexo .

Es preciso señalar que antes de realizar esta etapa del plan de mantenimiento, se debe haber realizado antes el mantenimiento n°1 (diario).

#### **Lista de repuestos para primer mantenimiento de 250 HR**

A continuación, se muestra un cuadro con los repuestos que son indispensables para las piezas que trabajan en zonas que son críticas para la perforadora.

Item	Cantidad	Descripción
1	1/4 Kg.	Grasa EP2
2	1 LT.	Aceite 80w-90 solo Unidad de rotación HQ
3	4 LTS.	Aceite 15w-40
4	2	Elemento 28p
5	KIT	Empaque de enfriador
6	1	Elemento hydac.
7	1	Kit de sellos de chamber
8	2	Elemento 28p
9	1	Elemento KLT4
10	1	Elemento hydac.

**Tabla N° 17: Repuestos para mantenimiento de 250 hrs**

**Fuente:** *Elaboración Propia*

**PLAN DE MANTENIMIENTO N° 2**  
**TIPO DE MANTENIMIENTO CADA 250 HR**

Fecha del mantenimiento:.....  
 Equipo : .....  
 Horómetro inicial :.....  
 Horómetro final :.....  
 Nombre del Operador/mecánico : .....

\* Ejecutar con el equipo apagado  
 \*\* Ejecutar con el equipo en operación

ACTIVIDAD	Evaluación			
	Limpieza			

**A. General**

- \* Realizar el programa de mantenimiento N°1 (diario)

**B. Sistema Eléctrico.**

- \*\* Prueba de las paradas de emergencia.
- \*\* Comprobar pirómetro C/ termómetro mecánico.
- \*\* Comprobar arranque estrella/triángulo .
- \* Comprobar pilotos del tablero.
- \* Verificar componentes eléctricos
- otros.....

**C. SISTEMA HIDRÁULICO**

- \* Evaluar indicador de filtro de Presion, cambiar solo la primera 250 hrs.
- \* Evaluar indicador de filtro de retorno, cambiar solo la primera 250 hrs.
- \* Evaluar Tapa-respiradero del tanque hyd.
- \* Limpieza del enfriador de aire
- \* Limpieza del enfriador de agua
- otros.....

**D. UNIDAD DE PERFORACION**

**1.- Bastidor de avance**

- \* Revisar y/o regular ajuste de cuna de unidad de rotación.

**2.- Unidad de Rotación**

- \* Cambiar filtro de presión del chuck, solo la primera 250 hrs.
- \* Cambiar aceite 80w-90 de caja de engranajes. 1 lt. En cabezal HQ
- \* Verificar ajuste de la guía del usillo posterior

**3.- Sujetador de Varillas (Rod Holder)**

- \* Limpiar, engrasar guías de tubería.

**E. BOMBA DE AGUA FMC**

- \* Cambio de aceite de la caja.
- \* cambio de sellos de bronce de las tapas del chamber.
- \* Limpiar línea de succión del chamber.
- otros.....

**Observaciones:**

---

---

---

---

FIRMA  
 Operador turno Nombre y Apellido:

FIRMA  
 Mecánico residente Nombre y Apellidos:

**Figura N° 37: Formato de mantenimiento N°2**

**Fuente:** *Elaboración Propia*





**Figura N° 38:** Actividades de mantenimiento en las 250hr

**Fuente:** Elaboración Propia

En la figura N°38 se puede observar al personal encargado de los mantenimientos realizando la limpieza de los filtros de aire y agua, como también el ajuste de los pernos del bastidor de avance. Dichas actividades se realizaron después de las 250hr de trabajo de la unidad de perforación, supervisadas por el jefe de mantenimiento.

### **N° 3 cada 1000 HR**

El plan de mantenimiento diseñado se detalla a continuación, teniendo en cuenta la siguiente restricción:

Ejecutar el mantenimiento con el equipo apagado.

### **Plan de mantenimiento para unidad de potencia KLEMM 802 para 1000 HR**

Es preciso señalar que antes de realizar esta etapa del plan de mantenimiento, se debe haber realizado antes el mantenimiento n°2 (250hr).

Para las 1000hr del plan de mantenimiento para la unidad de potencia se plasmará en la siguiente ficha de registro de mantenimiento:

<b>PLAN DE MANTENIMIENTO N° 3</b> <b>TIPO DE MANTENIMIENTO CADA 1000 HR</b>																											
Fecha del mantenimiento: ..... Equipo : ..... Horómetro inicial : ..... Horómetro final : ..... Nombre del Operador/mecánico : .....																											
<div style="display: flex; justify-content: center; align-items: center; gap: 20px;"> <div style="text-align: center;"> * ** </div> <div style="text-align: left;"> Ejecutar con el equipo apagado  Ejecutar con el equipo en operación </div> </div>																											
<b>ACTIVIDAD</b>	<div style="border-bottom: 1px solid black; margin-bottom: 5px;">Evaluación</div> <div style="border-bottom: 1px solid black; margin-bottom: 5px;">Limpieza</div> <div style="border-bottom: 1px solid black;">Cambio</div>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 60%;">Observaciones.</th> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 10%;"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="5" style="padding: 5px;"> <b>A. GENERAL</b>  * Realizar programa de mantenimiento N° 2 (250 hr.) </td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="padding: 5px;"> <b>B. SISTEMA ELECTRICO.</b>  * Verificar estados del ventilador (rodamientos)  * Verificar umedad de la caja de bornes.  * Des - humedecer tablero eléctrico.  * Verificar transformador.  Otros..... </td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="padding: 5px;"> <b>C. SISTEMA HIDRAULICO</b>  * Dializar el aceite hidráulico. </td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="padding: 5px;"> <b>Observaciones:</b>                  </td> </tr> </tbody> </table>	Observaciones.					<b>A. GENERAL</b> * Realizar programa de mantenimiento N° 2 (250 hr.)					<b>B. SISTEMA ELECTRICO.</b> * Verificar estados del ventilador (rodamientos) * Verificar umedad de la caja de bornes. * Des - humedecer tablero eléctrico. * Verificar transformador. Otros.....					<b>C. SISTEMA HIDRAULICO</b> * Dializar el aceite hidráulico.					<b>Observaciones:</b>         				
Observaciones.																											
<b>A. GENERAL</b> * Realizar programa de mantenimiento N° 2 (250 hr.)																											
<b>B. SISTEMA ELECTRICO.</b> * Verificar estados del ventilador (rodamientos) * Verificar umedad de la caja de bornes. * Des - humedecer tablero eléctrico. * Verificar transformador. Otros.....																											
<b>C. SISTEMA HIDRAULICO</b> * Dializar el aceite hidráulico.																											
<b>Observaciones:</b>         																											
<div style="border-top: 1px solid black; margin-top: 10px; display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: center;"> FIRMA  Operador turno día Nombre y Apellido: </div> <div style="text-align: center;"> FIRMA  Operador turno noche Nombre y Apellido: </div> </div>																											

**Figura N° 39:** Formato de mantenimiento unidad de potencia N°3

**Fuente:** *Elaboración Propia*

### **Plan de mantenimiento para unidad de perforación KLEMM 802 para 1000 HR**

El plan de mantenimiento para la unidad de perforación se plasmará en la siguiente ficha de registro de mantenimiento.

Es preciso señalar que antes de realizar esta etapa del plan de mantenimiento, se debe haber realizado antes el mantenimiento n°2 (250hr).

**PLAN DE MANTENIMIENTO N° 3**  
 TIPO DE MANTENIMIENTO: CADA 1000 HR

Fecha del mantenimiento: .....  
 Equipo : .....  
 Horómetro inicial : .....  
 Horómetro final : .....  
 Nombre del Operador/mecánico : .....

\* Ejecutar con el equipo apagado  
 \*\* Ejecutar con el equipo en operación

ACTIVIDAD	Evaluación			
	Cambio	Limpieza	Observaciones	
<b>A. GENERAL</b>				
* Realizar programa de mantenimiento N° 2 (250 hrs.)				
<b>B. Sonda de Perforación</b>				
<b>1.- Bastidor de avance</b>				
* Verificar estado de apoyos de la cuna que sujetan la unidad de rotación				
* Revisar /aajustar pernos del bastidor (terminales del pistón de avance.				
* otros.....				
<b>2.- Unidad de Rotación</b>				
* Cambiar kit de sellos del chuck				
* Cambiar roten delantero 160 x 200 x 12.				
* Verificar tapa del chuck.				
<b>3.- Sujetador de Varillas (Rod Holder)</b>				
* Cambiar insertos de las mordazas.				
* Cambiar las guías.				
<b>C. BOMBA DE AGUA FMC</b>				
* Tomar muestra de aceite para análisis.				
* Cambio de asientos y billas				
* Limpieza de la carcasa.				
* Regular juego axial del cigüeñal.				
* Cambiar manguito de porta manómetro				
* Regular válvula de alivio.				
* otros.....				
<b>D. SISTEMA HIDRÁULICO</b>				
* Verificar, regular y anotar presión de sistema 1 .....				
* Verificar, regular y anotar presión de chuck .....				
* Verificar, regular y anotar presión máx.. de rotación.				
* Verificar, regular y anotar presión máx.. de Pistón de avance.....				
* Verificar, regular y anotar presión de Avance fino máx..				
* Verificar, regular y anotar presión máx.. de winche wireline.....				
* Verificar, regular y anotar presión máx.. de pilotaje rpm.....				
* Verificar, regular y anotar otras presiones.....				
* Tomar muestra de aceite hidráulico para análisis.				
<b>Observaciones:</b>				

FIRMA

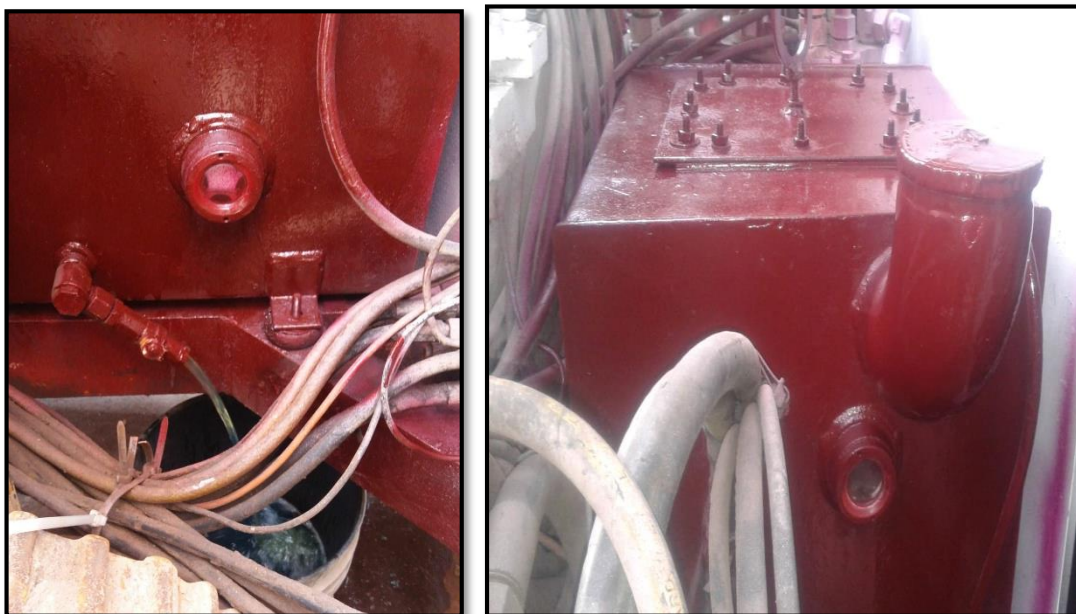
Operador turno día Nombre y Apellido:

FIRMA

Operador turno noche Nombre y Apellido:

**Figura N° 40:** Formato de mantenimiento unidad de perforación N°3

**Fuente:** *Elaboración Propia*



**Figura N° 41:** Actividades de mantenimiento en las 1000hr

**Fuente:** *Elaboración Propia*

Como se aprecia en la figura N°41 se realizó las verificaciones correspondientes a la bomba de agua y se tomó una muestra de aceite hidráulico para su respectivo análisis. Dichas actividades de realizaron a las 1000hr de trabajo de la perforadora, con la finalidad de detectar cualquier falla a tiempo antes del ingreso a obra.

#### **Lista de repuestos para mantenimiento de cada 1000 HR**

En el siguiente cuadro se muestra los repuestos que son necesarios para la ejecución del mantenimiento a la perforadora en sus 1000hr de trabajo.

Item	Cantidad	Descripción
1	1	deshumedeedor
2	1	kit de sellos del chuck
3	1	Reten delantero
4	1	Oring de bocamasa c/ back-up
5	1	Oring de usillos C/ back-up
6	30	Insertos de mordazas
7	4	Guiadores de tubo
8	6	Graseras M6
9	12	Pernos de tapa de chuck
10	6	Asientos y billas
11	2	Manguito de salvamanometro
12	2	Sello de spool
13	1	resorte de spool pequeño
14	2	Codo de 90, JIC M 8-BSPP1/4
15	2	Codo de 90, JIC M 8-BSPP3/8
16	2	Sellos de válvula sun hydraulic

**Tabla N° 18:** Repuestos para mantenimiento de 1000 hr

**Fuente:** *Elaboración Propia*

#### **N° 4 cada 2000 HR**

El plan de mantenimiento diseñado se detalla a continuación, teniendo en cuenta las siguiente restricción:

Ejecutar el mantenimiento con el equipo apagado.

#### **Plan de mantenimiento para la unidad de potencia KLEMM 802 para 2000 HR**

El plan de mantenimiento para la unidad de perforación se plasmará en la siguiente ficha de registro de mantenimiento.

Es preciso señalar que antes de realizar esta etapa del plan de mantenimiento, se debe haber realizado antes el mantenimiento n°3 (1000hr).

**PLAN DE MANTENIMIENTO N° 4**  
TIPO DE MANTENIMIENTO CADA 2000 HR

Fecha del mantenimiento:.....  
 Equipo : .....  
 Horómetro inicial : .....  
 Horómetro final : .....  
 Nombre del Operador/mecánico : .....

\* Ejecutar con el equipo apagado  
 \*\* Ejecutar con el equipo en operación

ACTIVIDAD	Evaluación			
	Limpieza	Cambio	Observaciones	
<b>A. GENERAL</b>				
* Realizar programa de mantenimiento N°3 (1000 hrs.)				
<b>B. SISTEMA ELECTRICO.</b>				
* Limpieza del sistema de refrigeración del motor.				
<b>B. SISTEMA HIDRÁULICO</b>				
* Testear bomba principal y anotar presión y caudal				
* Testear bomba auxiliar y anotar presión y caudal				
* Cambiar aceite hidráulico				
* Lavar tanque de aceite hidráulico.				
* Drenar aceite hidráulico de las mangueras.				
<b>Observaciones:</b>				

FIRMA

Operador turno día Nombre y Apellido:

FIRMA

Operador turno noche Nombre y Apellido:

**Figura N° 42:** Formato de mantenimiento unidad de potencia N°4

**Fuente:** *Elaboración Propia*

**Plan de mantenimiento para unidad de perforación KLEMM 802 para 2000 HR**

El plan de mantenimiento para la unidad de perforación se plasmará en la siguiente ficha de registro de mantenimiento.

Es preciso señalar que antes de realizar esta etapa del plan de mantenimiento, se debe haber realizado antes el mantenimiento n°3 (1000hr).

**PLAN DE MANTENIMIENTO N°4**  
 TIPO DE MANTENIMIENTO CADA 2000 HR

Fecha del mantenimiento:.....  
 Equipo : .....  
 Horómetro inicial :.....  
 Horómetro final :.....  
 Nombre del Operador/mecánico :.....

\* Ejecutar con el equipo apagado  
 \*\* Ejecutar con el equipo en operación

ACTIVIDAD	Evaluación			
	Limpieza	Cambio	Observaciones	
<b>A.- GENERAL</b> * Realizar programa de mantenimiento N°3 (1000 hrs.)				
<b>B.- Sonda de Perforación</b>				
<b>1.- Bastidor de avance</b> * Reajustar pernos de anclaje del pistón de avance * Verificar alineamiento entre el rod holder-unidad de rotación				
<b>2.- Unidad de Rotación</b> * Verificar y/o cambiar Pin de cuna * Verificar y/o cambiar seguro de unidad de rotación * Cambiar Rodaje de unidad de rotación 6005 * Cambiar resortes del chuck * Cambiar porta mordazas * Medir drenaje del distribuidor (máx. 6 lpm)				
<b>3.- Sujetador de Varillas (Rod Holder)</b> Cambiar protector de cargador si amerita. Cambiar pin porta mordaza c/ tuercas. Otros.....				
<b>C.- BOMBA DE AGUA FMC</b> * Verificar rajaduras, estado de pernos y tuercas. * Cambiar copas de jebe * Cambiar o-ring de la copas de jebe * Cambiar kit de sellos de bronce. * Otros..... * Otros.....				
<b>Observaciones:</b> ..... ..... ..... .....				

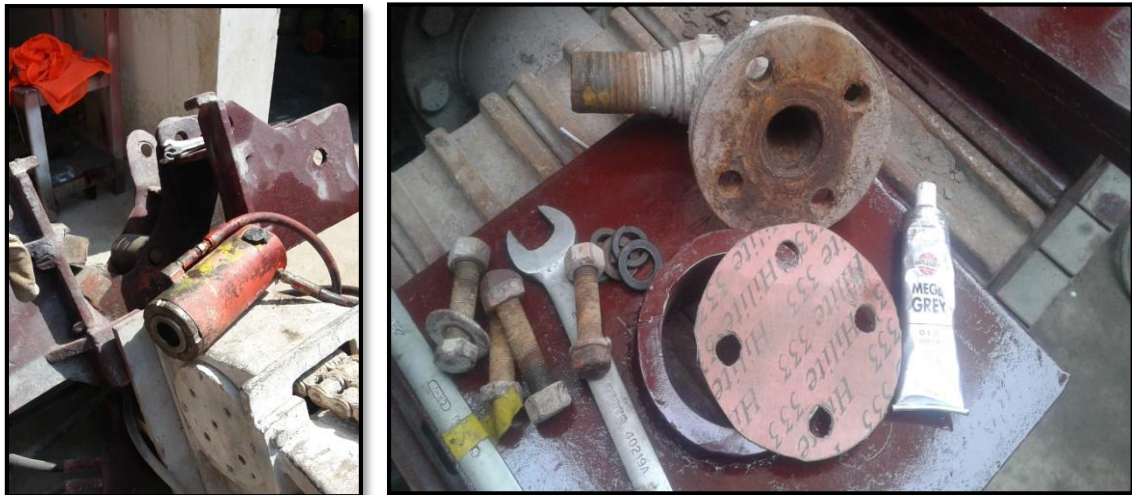
FIRMA  
 Operador turno día Nombre y Apellido:

FIRMA  
 Operador turno noche Nombre y Apellido:

**Figura N° 43:** Formato de mantenimiento unidad de perforación N°4

**Fuente:** *Elaboración Propia*





**Figura N° 44:** Actividades de mantenimiento en las 2000hr  
**Fuente:** Elaboración Propia

Como se aprecia en la figura N° 44 se realizó el cambio de uno de los pines del bastidor de avance por desgaste, también se realizó el cambio de oring de las copas de jebe de la bomba de agua. Dichas actividades se realizaron en las 2000hr de trabajo de la unidad de perforación, desarrolladas por los operarios con la supervisión y apoyo del encargado de mantenimiento. Concluyendo con ello el plan de mantenimiento.

Lista de repuestos para mantenimiento de cada 2000 HR

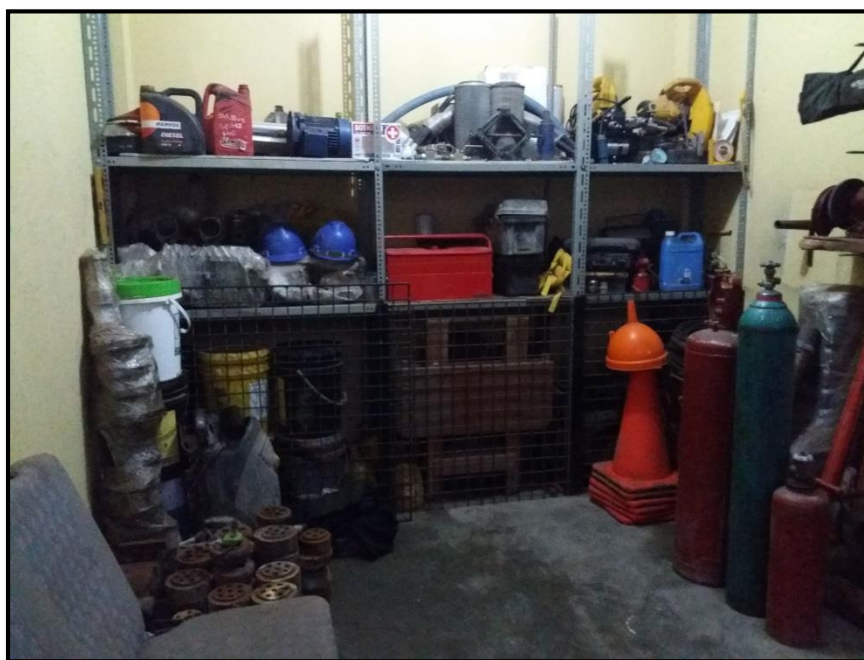
En el siguiente cuadro se muestra los repuestos que son necesarios para la ejecución del mantenimiento a la perforadora en sus 2000hr de trabajo.

Item	Cantidad	Descripción
1	35 glns.	Aceite hidráulico
2	1	Regulador de bomba principal
3	1 kit	Resortes del chuck
4	3	Piston del chuck
5	1	Pin portamordazas del rod holder
6	3	Copas de bomba de agua
7	3	oring 12 x 2
8	8	Tuercas 5/8
9	6	Tuercas 1/2
10	1	Válvula de rpm
11	1	Válvula de chuck
12	2	válvula contrapeso

**Tabla N° 19:** Repuestos para mantenimiento de 2000hr

**Fuente:** *Elaboración Propia*





**Figura N° 45:** Almacén con stock de herramientas, repuestos y materiales para mantenimientos

**Fuente:** *Elaboración Propia*

Según observamos en la figura N°45 se tiene disponibles las herramientas, repuestos y materiales para la ejecución de los mantenimientos, de tal manera que ya no generará retrasos a la hora de realizar los antes mencionados, asimismo se observa un adecuado almacenamiento para evitar las caídas y posibles deformaciones de las herramientas y materiales. Ello nos demuestra una mejoría en la gestión de compras de repuestos.

#### c) Capacitación y entrenamiento del personal


Para conseguir un mantenimiento eficaz es importante mejorar las capacidades del personal técnico y operativo, por ello se desarrollaron capacitaciones periódicamente al personal, los cuales se anotaron en una ficha de registro.



**Figura N° 46:** Capacitación del personal

**Fuente:** *Elaboración Propia*

Se puede apreciar en la figura N°46 la capacitación que recibió el personal en campo acerca de los procedimientos de los mantenimientos, haciéndoles conocer sus funciones y temas básicos que deben conocer acerca de la unidad de perforación. Mediante ello se logrará tener un personal más capacitado con habilidades para detectar y resolver los problemas de mantenimiento.

		<b>REGISTRO DE INDUCCIÓN, CAPACITACIÓN, ENTRENAMIENTO Y SIMULACROS DE EMERGENCIAS</b>		
<b>Razón Social:</b> Anclajes y Cimentaciones del Perú S.A.C. <b>Dirección:</b> <b>Actividad Económica:</b> Servicio de Perforación, Micropilotes, Inyección y Tensado de Anclajes <b>Tema:</b> <span style="float: right;"><b>Nro Trabajadores:</b></span> <b>Expositor:</b> <b>Fecha:</b> <span style="float: right;"><b>Tiempo:</b></span> <b>Tipo de Curso:</b> <b>Observaciones:</b>				
DNI	Nombres y Apellidos	Área	Firma	Observaciones
<b>Responsable de Registro:</b>  <b>Firma:</b>				

**Figura N° 47:** Registro de capacitación del personal

**Fuente:** *Elaboración Propia*

## FASE DE CONSOLIDACIÓN

En esta última etapa de la aplicación del plan de mantenimiento preventivo es mantener y perfeccionar las mejoras que se realizaron a través de las etapas anteriores. Los resultados serán cuantificados a través de la variación de la productividad y será expuesta a los trabajadores para reconocer su empeño y dedicación.



**Figura N° 48:** Perforadora Operativa después de los mantenimientos  
**Fuente:** *Elaboración Propia*

Como se observa en la figura N°42 después de aplicados los mantenimientos preventivos en el taller de mantenimiento la perforadora klemm 802 quedó operativa para el ingreso a una nueva obra. Dichos mantenimientos fueron realizados dentro de la jornada laboral de los trabajadores de tal manera que ya no se generaron horas extras. Todo ello se llevó a cabo con la colaboración de gerencia y el personal en general involucrado en los mantenimientos, por tal motivo se logró un incremento en la disponibilidad y confiabilidad de la máquina de perforación.

## 2.7.4. RESULTADOS

### PORCENTAJE MANTENIMIENTOS NO PROGRAMADOS REDUCIDOS

El objetivo que se desea alcanzar en base a los mantenimientos programados es seguir manteniéndolos tal cual se han ido dando, pero ya teniendo un mejor control y registro de ellos, como también realizarlos de forma más técnica con la ayuda del mecánico especialista, de tal manera que ello incremente el nivel de confiabilidad y disponibilidad, reduciendo las intervenciones para realizar mantenimientos no planificados durante el proceso de perforación.

#### FORMULACIÓN:

$\frac{(\text{HORAS TOTALES} - \text{HORAS PARADAS POR MANTENIMIENTOS NO PROGRAMADOS})}{(\text{HORAS TOTALES})}$
--

POST TEST TPM / JULIO-SEPTIEMBRE		
PERÍODO	SEMANA	HORAS PARADAS POR MANTENIMIENTOS NO PROGRAMADOS
JULIO	1	7
	2	8
	3	6
	4	5
AGOSTO	1	6
	2	4
	3	8
	4	6
SEPTIEMBRE	1	7
	2	6
	3	3
	4	5
TOTAL		71

**Tabla N° 20:** Medición de la Confiabilidad de Julio a Septiembre

**Fuente:** *Elaboración Propia*

En los resultados podemos observar que por medio de la propuesta de mejora del plan de mantenimiento preventivo, se redujo un 17% las horas paradas por los mantenimientos no programados lo cual se evidencia en el incremento de la productividad durante el post test.

## MEDICIÓN DE LA EFICIENCIA

Teniendo ya la propuesta de mejora efectuada, se procedió a realizar el análisis de los datos que se obtuvieron en los tres meses de post test, donde se requiere que en los períodos de tiempo que perfora la máquina cumplan con la programación de tiempo de perforación semanal.

POST TEST TPM / JULIO-SEPTIEMBRE				
PERÍODO	SEMANA	TIEMPO DE PERFORACIÓN (Hr)	TIEMPO PLANIFICADO DE PERFORACIÓN (Hr)	EFICIENCIA %
JULIO	1	36	43	0.84
	2	35	43	0.81
	3	37	43	0.86
	4	38	43	0.88
AGOSTO	1	37	43	0.86
	2	39	43	0.91
	3	35	43	0.81
	4	37	43	0.86
SEPTIEMBRE	1	36	43	0.84
	4	37	43	0.86
	3	40	43	0.93
	4	38	43	0.88
TOTAL		445	516	0.86

**Tabla N° 21:** Medición de Eficiencia de Julio a Septiembre

**Fuente:** *Elaboración Propia*

Luego de aplicar la propuesta de mejora, se puede notar que incrementaron los tiempos de perforación a 445 horas semanales, de tal manera que se redujo los fallos de las máquinas perforadoras y las paradas

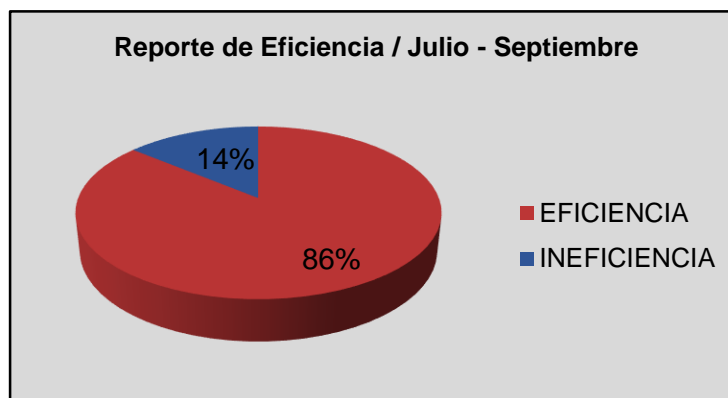
por mantenimiento. A continuación se medirá el nivel mejorado de la eficiencia.

## FORMULACIÓN

$$\frac{(\text{TIEMPO DE PERFORACIÓN})}{(\text{TIEMPO PLANIFICADO DE PERFORACIÓN})}$$

$$\frac{445 \text{ horas}}{516 \text{ horas}} = 0.86 = 86\%$$

EFICIENCIA	INEFICIENCIA
86%	14%



**Fuente:** *Elaboración Propia*

Como se puede observar en el gráfico anterior de reporte de eficiencia durante los tres meses de post test, está en un 86% el cual incrementó, a consecuencia de la consolidación y cumplimiento del plan de mantenimiento, se redujeron las fallas constantes durante el proceso de perforación, de tal manera que se obtuvo mayor disponibilidad de la máquina perforadora, un mejor control y registro de los mantenimientos.

## MEDICIÓN DE LA EFICACIA

POST TEST TPM / JULIO-SEPTIEMBRE				
PERÍODO	SEMANA	PERFORACIÓN REAL (m)	PERFORACIÓN PROGRAMADA (m)	EFICACIA %
JULIO	1	216.60	344	0.63
	2	214.40	344	0.62
	3	223.30	344	0.65
	4	219.70	344	0.64
AGOSTO	1	223.40	344	0.65
	2	218.60	344	0.64
	3	228.80	344	0.67
	4	225.20	344	0.65
SEPTIEMBRE	1	219.30	344	0.64
	2	218.50	344	0.64
	3	230.10	344	0.67
	4	225.30	344	0.65
TOTAL		2663.20	4128	0.65

**Tabla N° 22:** Medición de Eficacia de Julio a Septiembre

**Fuente:** *Elaboración Propia*

En cuanto a la eficacia nos referimos se obtuvo una mejora donde se incrementó a 2663.20 metros por semana, de tal forma se puede deducir que se redujeron los tiempos que se empleaban para realizar los mantenimientos no programados, los tiempos muertos y reprocesos, durante el proceso de perforación, A continuación se medirá el nivel mejorado de la eficacia.

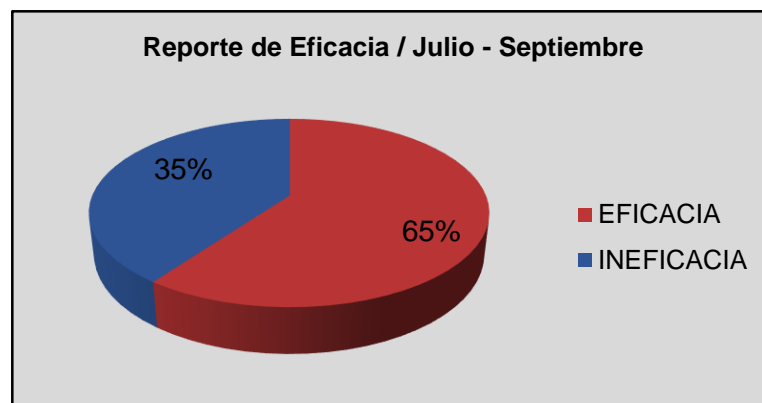


## FORMULACIÓN

$$\frac{\text{PERFORACIÓN REAL}}{\text{PERFORACIÓN PROGRAMADA}}$$

$$\frac{2663.20 \text{ metros}}{4128 \text{ metros}} = 0.65 = 65\%$$

EFICACIA	INEFICACIA
65%	35%



**Fuente:** *Elaboración Propia*

Según el análisis realizado en los tres meses de post test para obtener los resultados, obtuvimos un 65% de eficacia, el cual hace notar una mejora debido a la reducción de los tiempos en que la máquina dejaba de producir por las fallas constantes y falta de mantenimientos preventivos, asimismo se redujo los tiempos muertos tales como el traslado de punto a punto de perforación y reprocesos, en cuanto a la ineficacia se redujo un 5% respecto del pre test, el cual apunta a una mejora con el incremento de la producción expresada en metros de perforación.

## NIVEL DE PRODUCTIVIDAD MEJORADO

Según nuestros resultados obtenidos de eficiencia en un 86% en el cual se analizaron los datos de los tiempos en que la máquina se encuentra perforando siendo manipulada por el operario, respecto de los planificados semanalmente para cumplir con los plazos establecidos por el cliente. En eficacia se obtuvo un 65%, donde se tomó en cuenta los metros que se perforaron, en relación al cronograma de producción semanal.

SITUACIÓN MEJORADA	VARIABLE DEPENDIENTE	
	EFICIENCIA	86%
	EFICACIA	65%
	<b>PRODUCTIVIDAD</b> <b>(EFICIENCIA X EFICACIA)</b>	
	<b>56%</b>	

**Tabla N° 23:** Tabla de análisis de Productividad Mejorada

**Fuente:** *Elaboración propia*

Como podemos observar en la tabla anterior, se obtuvo una mejora de 9% en la productividad, la cual se incrementó de un 47% a un 56%, por lo que se puede concluir que hay una mejora, en cuanto al cumplimiento, control y registro de los mantenimientos, operarios capacitados, teniendo a disposición las herramientas adecuadas para realizar el proceso de perforación y mantenimiento, en consecuencia a ello la empresa Anclajes y Cimentaciones del Perú S.A.C., si conservan la filosofía del Mantenimiento Productivo Total (TPM) podría incrementar en mayor porcentaje la productividad y por ende satisfacer las necesidades de los clientes con la entrega de los servicios requeridos en los plazos establecidos según lo que contrato de construcción manifieste.

### 2.7.5. ANÁLISIS ECONÓMICO FINANCIERO

En esta parte de la aplicación de la propuesta de mejora, se realizará un análisis de los costos efectuados para desarrollar la aplicación del TPM en la empresa Anclajes y Cimentaciones del Perú S.A.C., en tanto se incluirán los costos del personal involucrado, los servicios prestados por terceros y del investigador que ejecuta la mejora dentro del proceso de perforación.

RECURSOS HUMANOS						
PERSONAL	N° DE PERSONAS EN EL PUESTO	HORAS DE INFORMACIÓN	SUELDO	COSTO POR DÍAS /40DÍAS	COSTO POR HORA / 8HORAS	HORAS DE INFORMACIÓN x COSTO DE HORA
ING. SUPERVISOR	1	5hr	S/.3,500.00	S/.175.00	S/.21.88	S/.109.38
ENCARGADO	1	6hr	S/.3,200.00	S/.160.00	S/.20.00	S/.120.00
OPERARIO	4	15hr	S/.3,000.00	S/.150.00	S/.18.75	S/.281.25
TOTAL	6	26hr	S/.9,700.00			S/.510.63

**Tabla N° 24:** Costo de horas de información del personal

**Fuente:** *Elaboración Propia*

En el cuadro anterior se realizó los gastos detallados por cada personal involucrado en el área, según las horas de información que nos ofrece el trabajador en su jornada laboral de 8 horas diarias. De tal manera que ello nos dio un costo de S/.255.31 nuevos soles, equivalente a 26 horas incluyendo a todo el personal. Tal monto será solventado por la empresa y será justificado en la inversión total del proyecto.

### DETALLE DE LA INVERSIÓN REALIZADA PARA EL PROYECTO DE MEJORA

Se procedió a plasmar el siguiente cuadro, con la intención de exponer el detalle de los recursos que serán utilizados, cada uno con su costo establecido para la ejecución de la propuesta de mejora.

INVERSIÓN DEL PROYECTO DE MEJORA DE PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA ANCLAJES Y CIMENTACIONES DEL PERÚ SAC				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
ASESORÍAS DE TESIS	MENSUALIDAD-10 MESES	IX-X CICLO	S/. 200.00	S/. 2,000.00
TRABAJADOR DE LA EMPRESA	HORAS	26	COSTO TOTAL DEL A INFORMACIÓN	S/. 255.31
INVESTIGADOR	MESES-SUELDO LABORAL	1	S/. 400.00	S/. 400.00
MECÁNICO (CAPACITADOR)	MESES-SUELDO LABORAL	1	S/. 1,500.00	S/. 1,500.00
RECURSOS HUMANOS				S/. 2,910.63
ARCHIVADORES	UNIDAD	4	S/. 6.00	S/. 24.00
LAPICEROS	UNIDAD	10	S/. 1.00	S/. 10.00
TINTA DE IMPRESORA	UNIDAD	4	S/. 35.00	S/. 140.00
HOJAS BOND	MILLAR	3	S/. 18.00	S/. 54.00
USB	UNIDAD	1	S/. 40.00	S/. 40.00
ANILLADOS	UNIDAD	12	S/. 5.00	S/. 60.00
IMPRESORA	UNIDAD	1	S/. 600.00	S/. 600.00
CORRECTORES	UNIDAD	5	S/. 1.80	S/. 9.00
FOLDER	UNIDAD	15	S/. 0.50	S/. 7.50
FASTER	UNIDAD	15	S/. 0.30	S/. 4.50
CUADERNOS	UNIDAD	2	S/. 4.00	S/. 8.00
RESALTADORES	UNIDAD	4	S/. 1.50	S/. 6.00
POST-IT	UNIDAD	5	S/. 1.00	S/. 5.00
LIBROS	UNIDAD	3	S/. 30.00	S/. 90.00
RECURSOS MATERIALES				S/. 1,058.00
LUZ	DÍAS-COSTO DE KILOWATTS	20	S/. 3.50	S/. 70.00
INTERNET	DÍA	20	S/. 5.00	S/. 100.00
CELULAR	RED MÓVIL	1	S/. 69.00	S/. 69.00
SERVICIOS				S/. 239.00
PASAJES	DÍA	20	S/. 10.00	S/. 200.00
ALIMENTACIÓN	DÍA	20	S/. 8.00	S/. 160.00
VIÁTICOS Y ALIMENTACIÓN				S/. 360.00
TOTAL INVERSIÓN				S/. 4,567.63

**Tabla N° 25:** Inversión de la elaboración del Proyecto

**Fuente:** *Elaboración Propia*

## ANÁLISIS BENEFICIO-COSTO

Al realizar el análisis de los costos para los mantenimientos de las máquinas de perforación, se obtuvo un costo total de S/.25,574.00, el cual comprende los gastos innecesarios por los tiempos muertos y reprocesos generados durante el proceso de perforación. De tal forma se detallarán a continuación.

PRE-TEST				
MES DE ABRIL				
MANTENIMIENTO DE PERFORADORA DE LA EMPRES ANCLAJES Y CIMENTACIONES DEL PERÚ SAC				
ITEMS	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO
1	MANÓMETRO	4 und.	800	S/. 3,200.00
2	PIRÓMETRO	3 und.	500	S/. 1,500.00
3	FILTRO	6 und.	90	S/. 540.00
4	HORÓMETRO	1 und.	70	S/. 70.00
5	LLAVE STILLSON	3 und.	100	S/. 300.00
6	HORAS EXTRAS	2 hr	SUELDO TOTAL	S/. 2,425.00
7	SERVICIO MECÁNICO EXTERNO	3	SUELDO	S/. 6,000.00
8	TRABAJADORES	5	SUELDO	S/. 9,700.00
9	ACEITE	3 und.	150	S/. 450.00
10	GRASA	2 und.	100	S/. 200.00
11	REFRIGERANTE	1 und.	170	S/. 170.00
12	ESPUMA LIMPIADORA DE TANQUE	3 und.	40	S/. 120.00
13	MANGUERA HIDRÁULICA	6 und.	150	S/. 900.00
COSTO TOTAL				S/. 25,575.00

**Tabla N° 26:** Resumen de costos Pre-Test

**Fuente:** Elaboración propia

Una vez aplicada la propuesta de mejora, se realizó nuevamente un análisis de los costos, para lo cual en los últimos dos meses de la ejecución de obtuvieron mejoras que benefician a la empresa, como la reducción de las horas extras innecesarias que se les pagaba a los trabajadores y el servicio mecánico externo resultaba muy costoso ya que debido a las fallas constantes se solicitaba sus servicios 3 veces durante 1 mes, a esto se le dio solución contratando un personal técnico mecánico, pagándole un sueldo mensual, dando como resultado mayor beneficio para la empresa.

POST-TEST				
MES DE SEPTIEMBRE				
MANTENIMIENTO DE PERFORADORA DE LA EMPRES ANCLAJES Y CIMENTACIONES DEL PERÚ SAC				
ITEMS	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO
1	MANÓMETRO	4	800	S/. 3,200.00
2	PIRÓMETRO	3	500	S/. 1,500.00
3	FILTRO	6	90	S/. 540.00
4	HORÓMETRO	1	70	S/. 70.00
5	LLAVE STILLSON	3	100	S/. 300.00
6	TRABAJADORES	5	SUELDO	S/. 9,700.00
7	ACEITE	3	150	S/. 450.00
8	GRASA	2	100	S/. 200.00
9	REFRIGERANTE	1	170	S/. 170.00
10	ESPUMA LIMPIADORA DE TANQUE	3	40	S/. 120.00
11	MANGUERA HIDRÁULICA	6	150	S/. 900.00
COSTO TOTAL				S/. 17,150.00

**Tabla N° 27:** Resumen de costos Post-Test

*Fuente: Elaboración propia*

Teniendo ya un análisis total de los costos realizados durante los períodos de pre y post test, se obtuvo como resultado S/.8,425.00 el beneficio que se alcanzó mediante la aplicación del TPM.

<b>PRE-TEST</b>	S/. 25,575.00
<b>POST-TEST</b>	S/. 17,150.00
<b>BENEFICIO</b>	S/. 8,425.00

**Tabla N° 28:** Resumen costo-beneficio

*Fuente: Elaboración propia*

## FORMULACIÓN DE TASA EFECTIVA ANUAL A MENSUAL

Según la información brindada por la empresa y con el banco que trabajo, tenemos como dato que su tasa anual efectiva es 17% del presente año, del cual haremos uso para aplicarlo a la formulación y determinar la tasa efectiva mensual.

DATOS	VALORES
NÚMERO DE PERÍODOS	12
TIPO DE PERÍODO	MENSUAL
TEA	17%
TEM	1.32%
INVERSIÓN	S/. 4,567.63

**Tabla N° 29:** Resumen de datos

**Fuente:** Elaboración Propia

#### FORMULACIÓN:

$$TEM = ((1+TEA)^{1/12}-1)$$

$$((1+0.17)^{1/12}-1) = 1.32$$

Haciendo la conversión de la formulación para obtener la tasa efectiva mensual, nos dio como resultado que se aplicará durante los doce meses, el valor de 1.32% para cada mes que se realice.

De tal manera ya teniendo los datos por período de la tasa efectiva bimestral y el costo total de la inversión se realizará el análisis del VAN y TIR, los cuales nos arrojarán resultados si la propuesta de mejora es viable para efectuarla a la empresa Anclajes y Cimentaciones del Perú S.A.C.

<b>TASA EFECTIVA MENSUAL</b>	1.32%
------------------------------	-------

**Tabla N° 30:** Tasa Efectiva Mensual

**Fuente:** Elaboración Propia

FLUJO DE CAJA													
DESCRIPCIÓN	MES 0	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12
INVERSIÓN	S/. 4,567.63												
BENEFICIOS		S/. 8,425.00	S/. 8,425.00	S/. 8,425.00	S/. 8,425.00	S/. 8,425.00	S/. 8,425.00	S/. 8,425.00	S/. 8,425.00	S/. 8,425.00	S/. 8,425.00	S/. 8,425.00	S/. 8,425.00
COSTO DE MANTENIMIENTO		S/. 4,800.00	S/. 4,800.00	S/. 4,800.00	S/. 4,800.00	S/. 4,800.00	S/. 4,800.00	S/. 4,800.00	S/. 4,800.00	S/. 4,800.00	S/. 4,800.00	S/. 4,800.00	S/. 4,800.00
FLUJO DE CAJA	S/. -4,567.63	S/. 3,625.00	S/. 3,625.00	S/. 3,625.00	S/. 3,625.00	S/. 3,625.00	S/. 3,625.00	S/. 3,625.00	S/. 3,625.00	S/. 3,625.00	S/. 3,625.00	S/. 3,625.00	S/. 3,625.00

<b>VAN</b>	S/. 35,419.06
<b>TIR</b>	79%

**Tabla N° 31:** Elaboración del VAN-TIR

**Fuente:** Elaboración Propia

Se realizó el análisis del VAN y TIR, el cual nos dio como resultado en el VAN S/.35,419.06 siendo mayor a la inversión inicial. Asimismo para el TIR se obtuvo un 79% mayor al porcentaje de la tasa efectiva anual y el mensual que es 1.32%, dato brindado por el banco, el cual cobra un interés, a consecuencia de ello la propuesta de mejora resulta viable.



### **III. RESULTADOS**

### 3.1. Análisis Descriptivo

Para la realización del análisis de los datos se introdujo la información desde el programa Excel al programa SPSS-25, con el cual se efectuó un análisis descriptivo de los datos evaluados, ello en referencia a sus parámetros de media, mediana, varianza y otros.

#### Resumen del Procesamiento de datos: Productividad

En el resumen se muestra la cantidad de datos procesados y el porcentaje de evaluación de los mismos, los cuales se procesaron de forma satisfactoria para la variable dependiente productividad. A continuación, se muestra la tabla de resumen de procesamiento de datos de la productividad:

Resumen de procesamiento de casos - Productividad						
	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
PRODUCTIVIDADPRETEST	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%
PRODUCTIVIDADPOSTEST	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%

**Tabla N° 32:** Resumen de procesamiento de datos – Productividad

**Fuente:** Elaboración Propia

En la tabla N°32 se observa que la cantidad total de datos procesados y validados para el pre y post test de la productividad son 12.

#### Resultados descriptivos: Productividad

Descriptivos				
			Estadístico	Desv. Error
PRODUCTIVIDADPRETEST	Media		,4758	,02050
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,4307	
		Límite superior	,5210	
	Media recortada al 5%		,4765	
	Mediana		,4850	
	Varianza		,005	
	Desv. Desviación		,07103	
	Mínimo		,37	
	Máximo		,57	

	Rango		,20	
	Rango intercuartil		,14	
	Asimetría		-,283	,637
	Curtosis		-1,505	1,232
PRODUCTIVIDADPOSTEST	Media		,5558	,00839
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,5374	
		Límite superior	,5743	
	Media recortada al 5%		,5554	
	Mediana		,5600	
	Varianza		,001	
	Desv. Desviación		,02906	
	Mínimo		,50	
	Máximo		,62	
	Rango		,12	
	Rango intercuartil		,03	
	Asimetría		,364	,637
	Curtosis		2,068	1,232

**Tabla N° 33:** Resultados Descriptivos de la variable dependiente Productividad - Pre y Post

**Fuente:** Elaboración Propia

Como resultados finales con la aplicación del TPM, los cuales se representan en la tabla N°33 con la información procesada del antes y después durante los períodos de Abril, Mayo, Junio, Julio, Agosto y Septiembre. Estos resultados de productividad resultan respecto de la multiplicación de sus dimensiones de eficiencia y eficacia, obteniendo la productividad actual y la mejorada.

#### **Interpretación:**

En la tabla N°33 se detalla que la media de la productividad pre test es 0,47 y la de post test 0,56, lo cual indica que hubo un incremento de la productividad en un 0,09 después de aplicado la propuesta de mejora.

#### **Resumen del Procesamiento de datos: Eficiencia**

En el resumen se muestra la cantidad de datos procesados y el porcentaje de evaluación de los mismos, los cuales se procesaron de forma satisfactoria para la dimensión de eficiencia. A continuación, se muestra la tabla de resumen de procesamiento de datos de la eficiencia:

Resumen de procesamiento de casos						
	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
EFICIENCIAPRETEST	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%
EFICIENCIAPOSTEST	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%

**Tabla N° 34:** Resumen de procesamientos de datos – Eficiencia

**Fuente:** Elaboración Propia

En la tabla N°34 se observa que la cantidad total de datos procesados y validados para el pre y post test de la eficiencia son 12.

### Resultados descriptivos: Eficiencia

Descriptivos				
			Estadístico	Desv. Error
EFICIENCIAPRETEST	Media		,7942	,01936
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,7515	
		Límite superior	,8368	
	Media recortada al 5%		,7946	
	Mediana		,8000	
	Varianza		,004	
	Desv. Desviación		,06708	
	Mínimo		,70	
	Máximo		,88	
	Rango		,18	
	Rango intercuartil		,14	
	Asimetría		-,239	,637
	Curtosis		-1,608	1,232
EFICIENCIAPOSTEST	Media		,8617	,01029
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,8390	
		Límite superior	,8843	
	Media recortada al 5%		,8607	
	Mediana		,8600	
	Varianza		,001	
	Desv. Desviación		,03563	
	Mínimo		,81	
	Máximo		,93	
	Rango		,12	
	Rango intercuartil		,04	

	Asimetría	,357	,637
	Curtosis	,089	1,232

**Tabla N° 35:** Resultados Descriptivos de la Eficiencia - Pre y Post

**Fuente:** Elaboración Propia

### Interpretación:

En la tabla N°35, se detalla que la media de la eficiencia pre test es 0,79 y la de post test 0,86, lo cual indica que hubo un incremento de la eficiencia en un 0,07 después de aplicado la propuesta de mejora.

### Resumen del Procesamiento de datos: Eficacia

En el resumen se muestra la cantidad de datos procesados y el porcentaje de evaluación de los mismos, los cuales se procesaron de forma satisfactoria para la dimensión de eficacia. A continuación, se muestra la tabla de resumen de procesamiento de datos de la eficacia:

Resumen de procesamiento de casos						
	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
EFICACIAPRETEST	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%
EFICACIAPOSTEST	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%

**Tabla N° 36:** Resumen de procesamiento de datos – Eficacia

**Fuente:** Elaboración Propia

En la tabla N°36 se observa que la cantidad total de datos procesados y validados para el pre y post test de la eficacia son 12.

### Resultados descriptivos: Eficacia

Descriptivos				
			Estadístico	Desv. Error
EFICACIAPRETEST	Media		,5975	,01201
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,5711	
		Límite superior	,6239	
	Media recortada al 5%		,5983	
	Mediana		,6100	
	Varianza		,002	
	Desv. Desviación		,04159	

	Mínimo		,53	
	Máximo		,65	
	Rango		,12	
	Rango intercuartil		,08	
	Asimetría		-,534	,637
	Curtosis		-1,286	1,232
EFICACIAPOSTEST	Media		,6458	,00417
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,6367	
		Límite superior	,6550	
	Media recortada al 5%		,6459	
	Mediana		,6450	
	Varianza		,000	
	Desv. Desviación		,01443	
	Mínimo		,62	
	Máximo		,67	
	Rango		,05	
	Rango intercuartil		,01	
	Asimetría		,236	,637
	Curtosis		,310	1,232

**Tabla N° 37:** Resultados Descriptivos de la Eficacia - Pre y Post

**Fuente:** Elaboración Propia

### Interpretación:

En la tabla N°37, se detalla que la media de la eficacia pre test es 0,59 y la de post test 0,64, lo cual indica que hubo un incremento de la eficacia en un 0,05 después de aplicado la propuesta de mejora.

### 3.2. Análisis Inferencial

El análisis inferencial de los datos procesados en el SPSS, otorgó la descripción de las variables, probando la hipótesis general y las específicas, dándonos un detalle de los resultados obtenidos.

#### Análisis de la Hipótesis General

- **Hipótesis Alternativa (Ha):** La aplicación del TPM mejora la productividad en el proceso de perforación de la empresa Anclajes y Cimentaciones del Perú SAC

Con la finalidad de contrastar la hipótesis general, que para este caso es la productividad, se determinó si la base de datos tiene un comportamiento paramétrico, teniendo en cuenta que la población y muestra se compone en una cantidad de 12 datos, de tal manera que se procedió al análisis o prueba de normalidad mediante el estadígrafo Shapiro Wilk.

**Regla:**  $\leq 0.05$ , la hipótesis nula se rechaza

$> 0.05$ , la hipótesis nula se acepta

Pruebas de normalidad			
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
PRODUCTIVIDADPRETEST	,915	12	,249
PRODUCTIVIDADPOSTEST	,940	12	,499
*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.			
a. Corrección de significación de Lilliefors			

**Tabla N° 38:** Prueba de Normalidad – Productividad

**Fuente:** Elaboración Propia

Como se observa en la tabla N°38, la prueba de normalidad aplicada a la variable productividad, muestra una significancia mayor a 0.05 en el pre y post test, lo que significa según la regla de decisión descrita, que el comportamiento de los datos es paramétrico y paramétrico; por lo tanto se procederá al análisis de los datos con el estadígrafo T-Student, en la prueba de hipótesis general.

### 3.2.1. Contrastación de la Hipótesis General

- **Hipótesis Nula (Ho):** La aplicación del TPM no mejora la productividad en el proceso de perforación de la empresa Anclajes y Cimentaciones del Perú SAC
- **Hipótesis Alternativa (Ha):** La aplicación del TPM mejora la productividad en el proceso de perforación de la empresa Anclajes y Cimentaciones del Perú SAC

**Regla:**  $H_0: \mu_a \leq \mu_d$

$H_a: \mu_a < \mu_d$

Dónde:

- $\mu_a$ : Productividad antes de aplicar TPM
- $\mu_d$ : Productividad después de aplicar TPM

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	PRODUCTIVIDADPRETEST	,4758	12	,07103	,02050
	PRODUCTIVIDADPOSTEST	,5558	12	,02906	,00839

**Tabla N° 39:** Descriptivos de Productividad - Pre y Post Test

**Fuente:** Elaboración Propia

### Interpretación:

Como se muestra en la tabla N°39, queda demostrado que la media de la productividad post test es 56%, mayor a la media de productividad pre test que es 47%, lo cual indica que si hubo un incremento en la productividad, de tal modo que se rechaza la hipótesis nula, la aplicación del TPM no mejora la productividad en el proceso de perforación de la empresa Anclajes y Cimentaciones del Perú SAC; y se acepta la hipótesis alterna, que nos dice que la aplicación del TPM mejora la productividad en el proceso de perforación de la empresa Anclajes y Cimentaciones del Perú SAC.

Con el fin de realizar un análisis más detallado para la comprobación de hipótesis, se presenta el estadístico de prueba, con los resultados de la prueba de T Student para la variable dependiente Productividad, tomando en cuenta la siguiente regla:

- Si  $\leq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula
- Si  $> 0.05$ , se acepta la hipótesis nula

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas							
			Desv. Desviació n	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	PRODUCTIVIDADPRETEST - PRODUCTIVIDADPOSTEST	-,08000	,05831	,01683	-,11705	-,04295	-4,753	11	Sig. (bilateral)  ,001

**Tabla N° 40:** Prueba de muestras emparejadas - Productividad



**Fuente:** Elaboración Propia

Como se observa en la tabla N°40, se da un valor de significancia de la productividad en 0,001; interpretando según la regla de decisión, se rechaza la hipótesis nula y se da como aceptada la aplicación del TPM para mejorar la productividad en el proceso de perforación de la empresa Anclajes y Cimentaciones del Perú SAC.

### **Análisis de la Hipótesis Específica 1**

- **Hipótesis Alternativa (H1a):** La aplicación del TPM mejora la eficiencia en el proceso de perforación de la empresa Anclajes y Cimentaciones del Perú SAC

Con la finalidad de contrastar la hipótesis general, que para este caso es la eficiencia, se determinó si la base de datos tiene un comportamiento paramétrico, teniendo en cuenta que la población y muestra se compone en una cantidad de 12 datos, de tal manera que se procedió al análisis o prueba de normalidad mediante el estadígrafo Shapiro Wilk.

**Regla:**  $\leq 0.05$ , la hipótesis nula se rechaza

$> 0.05$ , la hipótesis nula se acepta

Pruebas de normalidad			
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
EFICIENCIAPRETEST	,897	12	,146
EFICIENCIAPOSTEST	,942	12	,521
*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.			
a. Corrección de significación de Lilliefors			

**Tabla N° 41:** Prueba de Normalidad – Eficiencia

**Fuente:** Elaboración Propia

Como se observa en la tabla N°41, la prueba de normalidad aplicada a la dimensión de eficiencia, muestra una significancia mayor a 0.05 en el pre y post test, lo que significa según la regla de decisión descrita, que el comportamiento de los datos es paramétrico y paramétrico; por lo tanto se procederá al análisis de los datos con el estadígrafo T-Student, en la prueba de hipótesis específica 1.

### 3.2.2. Contrastación de la Hipótesis Específica 1

- **Hipótesis Nula (H1o):** La aplicación del TPM no mejora la eficiencia en el proceso de perforación de la empresa Anclajes y Cimentaciones del Perú SAC
- **Hipótesis Alternativa (H1a):** La aplicación del TPM mejora la eficiencia en el proceso de perforación de la empresa Anclajes y Cimentaciones del Perú SAC

**Regla:**  $H_0: \mu_a \leq \mu_d$

$H_a: \mu_a < \mu_d$

Dónde:

- $\mu_a$ : Eficiencia antes de aplicar TPM
- $\mu_d$ : Eficiencia después de aplicar TPM

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	EFICIENCIAPRETEST	,7942	12	,06708	,01936
	EFICIENCIAPOSTEST	,8617	12	,03563	,01029

**Tabla N° 42:** Descriptivos de Eficiencia - Pre y Post Test

**Fuente:** Elaboración Propia

#### Interpretación:

Como se muestra en la tabla N°42, queda demostrado que la media de la eficiencia post test es 86%, mayor a la media de eficiencia pre test que es 79%, lo cual indica que si hubo un incremento de la eficiencia, de tal modo que se rechaza la hipótesis nula, la aplicación del TPM no mejora la eficiencia en el proceso de perforación de la empresa Anclajes y Cimentaciones del Perú SAC; y se acepta la hipótesis alterna, que nos dice que la aplicación del TPM mejora la eficiencia en el proceso de perforación de la empresa Anclajes y Cimentaciones del Perú SAC.

Con el fin de realizar un análisis más detallado para la comprobación de hipótesis, se presenta el estadístico de prueba, con los resultados de la prueba de T Student para la eficiencia, tomando en cuenta la siguiente regla:

- Si  $\leq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula
- Si  $> 0.05$ , se acepta la hipótesis nula

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
			Desv. Desviaci ón	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	EFICIENCIAPRETEST - EFICIENCIAPOSTEST	-,06750	,04864	,01404	-,09840	-,03660	-4,807	11	,001

**Tabla N° 43:** Prueba de muestras emparejadas – Eficiencia

**Fuente:** Elaboración Propia

Como se observar en la tabla N°43, se da un valor de significancia de la eficiencia en 0,001; interpretando según la regla de decisión, se rechaza la hipótesis nula y se da como aceptada la aplicación del TPM para mejorar la eficiencia en el proceso de perforación de la empresa Anclajes y Cimentaciones del Perú SAC.

### **Análisis de la Hipótesis Específica 2**

- **Hipótesis Alternativa (H2a):** La aplicación del TPM mejora la eficiencia en el proceso de perforación de la empresa Anclajes y Cimentaciones del Perú SAC

Con la finalidad de contrastar la hipótesis general, que para este caso es la eficiencia, se determinó si la base de datos tiene un comportamiento paramétrico, teniendo en cuenta que la población y muestra se compone en una cantidad de 12 datos, de tal manera que se procedió al análisis o prueba de normalidad mediante el estadígrafo Shapiro Wilk.

**Regla:**  $\leq 0.05$ , la hipótesis nula se rechaza

$> 0.05$ , la hipótesis nula se acepta

Pruebas de normalidad			
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
EFICACIAPRETEST	,898	12	,148
EFICACIAPOSTEST	,917	12	,260
a. Corrección de significación de Lilliefors			

**Tabla N° 44:** Prueba de Normalidad – Eficacia

**Fuente:** Elaboración Propia

Como se observa en la tabla N°44, la prueba de normalidad aplicada a la dimensión de eficacia, muestra una significancia mayor a 0.05 en el pre y post test, lo que significa según la regla de decisión descrita, que el comportamiento de los datos es paramétrico y paramétrico; por lo tanto se procederá al análisis de los datos con el estadígrafo T-Student, en la prueba de hipótesis específica 2.

### 3.2.3. Contrastación de la Hipótesis Específica 2

- **Hipótesis Nula (H2o):** La aplicación del TPM no mejora la eficacia en el proceso de perforación de la empresa Anclajes y Cimentaciones del Perú SAC
- **Hipótesis Alternativa (H2a):** La aplicación del TPM mejora la eficacia en el proceso de perforación de la empresa Anclajes y Cimentaciones del Perú SAC

**Regla:**  $H_0: \mu_a \leq \mu_d$

$H_a: \mu_a < \mu_d$

Dónde:

- **$\mu_a$ :** Eficacia antes de aplicar TPM
- **$\mu_d$ :** Eficacia después de aplicar TPM

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	EFICACIAPRETEST	,5975	12	,04159	,01201
	EFICACIAPOSTEST	,6458	12	,01443	,00417

**Tabla N° 45:** Descriptivos de Eficacia - Pre y Post Test

**Fuente:** Elaboración Propia

### Interpretación:

Como se muestra en la tabla N°45, queda demostrado que la media de la eficacia post test es 64%, mayor a la media de eficiencia pre test que es 59%, lo cual indica que si hubo un incremento de la eficacia, de tal modo que se rechaza la hipótesis nula, la aplicación del TPM no mejora la eficacia en el proceso de perforación de la empresa Anclajes y Cimentaciones del Perú SAC; y se acepta la hipótesis alterna, que nos dice que la aplicación del TPM mejora la eficacia en el proceso de perforación de la empresa Anclajes y Cimentaciones del Perú SAC.

Con el fin de realizar un análisis más detallado para la comprobación de hipótesis, se presenta el estadístico de prueba, con los resultados de la prueba de T Student para la eficacia, tomando en cuenta la siguiente regla:

- Si  $\leq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula
- Si  $> 0.05$ , se acepta la hipótesis nula

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
			Desv. Desviaci ón	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	EFICACIAPRETEST - EFICACIAPOSTEST	-,04833	,04303	,01242	-,07567	-,02099	-3,891	11	,003

**Tabla N° 46:** Prueba de muestras emparejadas – Eficacia

**Fuente:** Elaboración Propia

Como se observar en la tabla N°46, se da un valor de significancia de la eficacia en 0,003; interpretando según la regla de decisión, se rechaza la hipótesis nula y se da como aceptada la aplicación del TPM para mejorar la

eficacia en el proceso de perforación de la empresa Anclajes y Cimentaciones del Perú SAC.

#### **IV. DISCUSIÓN**

- De acuerdo a los resultados que se obtuvieron antes de la Aplicación del TPM para mejorar la productividad en el proceso de perforación de la empresa Anclajes y Cimentaciones del Perú SAC, el índice de su productividad era 47%, puesto que tenía deficiencias en el desarrollo de los mantenimientos ejecutados a las máquinas de perforación, pero después de aplicada la propuesta de mejora la productividad incrementó a 56%, lo cual defiende a la alternativa de investigación planteada, de tal manera se concluye el rechazo de la hipótesis nula, aceptando la hipótesis alterna. De igual forma el autor BANCES en la fábrica de carretillas Ore SAC, detectó posibles fallas en las máquinas y así evitar paros inesperados los cuales generarían costos elevados por mantenimientos, es entonces que aplicando el mantenimiento productivo total (TPM), en un período de tiempo la productividad aumentó en un 24%, ello se da mediante el diseño de un plan de mantenimiento, generación de órdenes de trabajo, check list para los equipos, lo cual comprueba que la aplicación del TPM en una empresa incrementa la productividad; de tal manera concuerdo con el autor en el incremento de la productividad.
  
- De acuerdo a los resultados que se obtuvieron antes de la Aplicación del TPM para mejorar la productividad en el proceso de perforación de la empresa Anclajes y Cimentaciones del Perú SAC, el índice de su eficiencia era 79%, puesto que tenía deficiencias en el desarrollo de los mantenimientos ejecutados a las máquinas de perforación, pero después de aplicada la propuesta de mejora la eficiencia incrementó a 86%, lo cual defiende a la alternativa de investigación planteada, de tal manera se concluye el rechazo de la hipótesis nula, aceptando la hipótesis alterna. De igual forma las autoras MALDONADO Y SUMNER en la empresa Induamerica SAC, detectaron que una de las principales causas que afectaban la eficiencia del proceso de pilado eran las horas de paradas de sus máquinas, falta de materia prima, reprocesos, es entonces que aplicando el mantenimiento productivo total (TPM), la eficiencia aumentó en un 54%, lo cual comprueba que la aplicación del TPM en una empresa incrementa la eficiencia; ello se da mediante la aplicación de los cinco pilares del TPM, logrando reducir paradas continuas, desperdicios y costos



innecesarios por reprocesos; de tal forma concuerdo con las autoras en el incremento de la eficiencia.

- De acuerdo a los resultados que se obtuvieron antes de la Aplicación del TPM para mejorar la productividad en el proceso de perforación de la empresa Anclajes y Cimentaciones del Perú SAC, el índice de su eficacia era 60%, puesto que tenía deficiencias en el desarrollo de los mantenimientos ejecutados a las máquinas de perforación, pero después de aplicada la propuesta de mejora la eficacia incrementó a 65%, lo cual defiende a la alternativa de investigación planteada, de tal manera se concluye el rechazo de la hipótesis nula, aceptando la hipótesis alterna. De igual forma la autora ESTRADA, en la empresa Corporación logística & transporte SAC, detectaron las causas que afectaban la productividad, como no contar con los repuestos de sus máquinas en stock ante una emergencia que pueda surgir, asimismo la falta de un plan de mantenimiento y el bajo desempeño de los trabajadores en las actividades de mantenimiento por falta de capacitaciones. Es entonces que aplicando el mantenimiento productivo total (TPM), en un período de tiempo la eficacia incrementó de un 66% a un 87%, lo cual comprueba que la aplicación del TPM en una empresa incrementa la eficiencia; ello se logró mediante la gestión de un mantenimiento planificado y autónomo, logrando reducir paradas y tiempo muerto de su flota vehicular, de tal manera concuerdo con la autora en el incremento de la eficacia.
- De igual forma el autor TUAREZ en una embotelladora y comercializadora de bebidas gaseosas, detectaron que una de las principales causas que afectaban la eficiencia global de sus equipos era la baja disponibilidad de los mismos por falta de un mantenimiento preventivo, es entonces que aplicando el mantenimiento productivo total (TPM), la eficiencia global de sus equipos en un 8.17%, lo cual comprueba que la aplicación del TPM en una empresa incrementa la eficiencia; ello se da mediante la aplicación de los pilares del TPM, logrando minimizar la cantidad de productos defectuosos, tiempos muertos, desperdicios por calidad de producto que se generaban

debido a fallas en el proceso; de tal forma concuerdo con el autor en el incremento de la eficiencia.

- Asimismo el autor VEGA en la empresa Grúas América SAC, detectó que una de las principales causas que afectaban la disponibilidad de la maquinaria era la falta de mantenimientos preventivos, ya que solo aplicaban mantenimientos correctivos, esperando que se produzcan las fallas para poder corregirlas, lo cual perjudica a la vida útil de la maquinaria; es entonces que implementando el mantenimiento preventivo, la disponibilidad se incrementó en un 7.6%, lo cual comprueba que la aplicación del mantenimiento preventivo en una empresa incrementa la disponibilidad; ello se da mediante la aplicación de uno de los pilares del mantenimiento productivo total (TPM), con un cronograma de mantenimiento preventivo general por las horas en que opera la máquina, implementando unas cartillas de mantenimiento, realizando las respectivas revisiones y lubricaciones para cada una de las grúas, logrando minimizar la cantidad de fallas de las maquinarias durante el levantamiento de cargas; de tal forma concuerdo con el autor que con el mantenimiento preventivo se puede mejorar la disponibilidad.
- Asimismo la autora VARGAS en la empresa FIART SAS, detectaron que una de las principales causas que afectaban a su sistema de producción eran la carencia de rutinas básicas de limpieza, inspección y lubricación de los mecanismos de los equipos, el manejo solo de mantenimientos correctivos, es entonces que aplicando el mantenimiento autónomo, uno de los pilares el mantenimiento productivo total (TPM) y un programa que consta de seis etapas, la disponibilidad de sus equipos se incrementó de un 71% a 80%, lo cual comprueba que la aplicación del mantenimiento autónomo en una empresa incrementa la disponibilidad; ello se da mediante la aplicación de uno de los pilares del TPM, logrando minimizar la cantidad de paradas inesperadas, tiempos muertos, gastos en reparaciones que se generaban debido a fallas en el proceso, reducción de las mermas y reprocesos, como también autonomía de los trabajadores respecto al manejo y mantenimiento

de los equipos; de tal forma concuerdo con la autora en la mejora de su disponibilidad.

## **V. CONCLUSIONES**

- En relación al objetivo general de la presente investigación se “Determinó como la aplicación del TPM mejora la productividad en el proceso de perforación de la empresa Anclajes y Cimentaciones del Perú SAC.”, por lo que se concluye que la productividad se incrementó por medio de la herramienta del TPM de un 47% a 56%.
- En relación al objetivo específico 1, se “Determinó como la aplicación del TPM mejora la eficiencia en el proceso de perforación de la empresa Anclajes y Cimentaciones del Perú SAC”, durante los períodos de pre y post prueba aplicando la metodología del TPM como propuesta de mejora, teniendo como objetivo principal reducir las paradas no programadas que provocaban la baja productividad, con lo cual se obtuvo como resultado el incremento de la eficiencia de un 79% a un 86%.
- En relación al objetivo específico 2, se “Determinó como la aplicación del TPM mejora la eficacia en el proceso de perforación de la empresa Anclajes y Cimentaciones del Perú SAC”, para lo cual también se realizó durante la pre y post prueba, se alcanzó mejorar la eficiencia de un 59% a un 64%, dichos resultados se lograron mediante la reducción de paradas por fallas de las máquinas durante el proceso de perforación.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Se sugiere un mayor despliegue sobre la herramienta TPM los años siguientes para reconocer nuevos problemas y así luego analizar, evaluar, brindar soluciones a las dificultades presentadas. Se tomará en cuenta tener un mayor seguimiento al personal que reconozca los nuevos métodos establecidos y tener una idea de cuánto tiempo dura una operación designada para que se adecuen a un rango promedio que se viene trabajando.
- Para garantizar un incremento en las horas efectivas y disminución en las horas extras, se aconsejó brindarle una motivación al personal como dándoles facilidad en los horarios, permitir su elección de vacaciones para que así puedan llegar a su meta. Con estos nuevos métodos de trabajo los operarios se sentirán motivados para generar una mejor eficiencia en su hora de trabajo.
- De acuerdo a la eficacia, se recomienda una optimizar todos los recursos, para así no tener inconvenientes al momento de la realización del producto, no despilfarrar material al momento de producir. Tener los insumos a tiempo para que los procesos no se estanquen por falta de materiales.

#### **IV. Referencias Bibliográficas**

ARIAS, Fidias. 2012. El proyecto de investigación: Introducción a la Metodología Científica. Sexta Edición. Venezuela: Editorial Episteme, C.A, 2012.

ISBN: 980-07-8529-9

BANCES, Susy. 2017. Aplicación del mantenimiento preventivo para mejorar la productividad en la fábrica de carretillas Ore SAC. Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2017.

BARRIGA, Juan. 2013. Mantenimiento Productivo Total "TPM". Chile: Universidad Tecnológica de Chile, 2013, 145pp.

BOTERO, Alejandro. 2008. Implementación de mantenimiento preventivo para equipos en una empresa de montajes metalmecánicos, civiles y eléctricos. Medellín, Colombia: Universidad EAFIT, 2008. 125pp.

CARRILLO, M., ALVIS C., MENDOZA, Y. & COHEN, H. 2019. Lean manufacturing: 5S y TPM, herramientas de mejora de la calidad. 2019.

CERDA, Hugo. 1991. Los elementos de la investigación: Cómo reconocerlos, diseñarlos, y construirlos. Colombia: El Búho. 1991, 449pp.

ISBN: 958-9023-65-7

CUATRECASAS Y TORRELL. 2010. TPM en un entorno Lean Management: Estrategia Competitiva. España: Profit Editorial I., S.L. 2010, 415pp.

ISBN: 9788415330172

DARGHOUTH, M., CHELBI, A., & AIT-KADI, D. (2017). Investigar la mejora de la confiabilidad de los equipos de producción de segunda mano considerando la garantía y las estrategias de mantenimiento preventivo. Revista internacional de investigación de producción, 55 (16). DOI: <https://doi.org/10.1080/00207543.2016.1277277>

ESTRADA, Madeleine. 2017. Aplicación del mantenimiento productivo total (TPM) para mejorar la productividad en el área de mantenimiento en la



empresa Corporación logística & transporte SAC. Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2017.

GARCÍA, Santiago. 2009. Ingeniería de Mantenimiento. Manual práctico para la gestión eficaz del mantenimiento. 2009, 38pp.

GÓMEZ, Carola. 2010. Mantenimiento Productivo Total. Una visión global, 2010, 99pp.

ISBN: 9781446745694

GUERRA, Esmilka, & DE OCA, Alexis. 2018. Relación entre la productividad, el mantenimiento y el remplazo del equipamiento minero en la gran minería. 2018.

GUTIÉRREZ, Humberto. 2010. Calidad Total y Productividad. 3ª Edición. 2010, 383pp.

ISBN: 978-607-15-0315-2

KERN, Peng. (2012). Gestión de equipos en la era posterior al mantenimiento; una nueva alternativa al mantenimiento productivo total (TPM). Recuperado de <https://search.proquest.com/docview/1030747695?accountid=37408>

LIM, J. & PARK, D. (2007). Programas de mantenimiento preventivo periódico óptimo con factores de mejora según el número de mantenimientos preventivos. Asia – Pacific Journal of operational research, 24 (1). Recuperado de <https://search.proquest.com/docview/204758583?accountid=37408>

MALDONADO Ana, SUMNER Ysique. 2017. Sistema de mejora continua basado en el mantenimiento productivo total para reducir los desperdicios en el área de producción de la empresa Induamerica SAC. Lambayeque: Universidad Señor de Sipán, 2017.

MANOS, A. (2009). Desde el mantenimiento reactivo hasta el mantenimiento productivo total. Gestión de manejo de materiales, 20. Recuperado de <https://search.proquest.com/docview/213371993?accountid=37408>

- MANSILLA, Natalia. 2011. Aplicación de la metodología de Mantenimiento Productivo Total (TPM) para la estandarización de procesos y reducción de pérdidas en la fabricación de goma de mascar en una industria nacional. Santiago de Chile, Chile: Universidad de Chile, 2011.133pp.
- MEJORÍAS EN LA PRODUCTIVIDAD DE UN PROCESO DE PREFABRICADOS DE CONCRETO CON FLUJO DE LÍNEA DESPUÉS DE UN ESFUERZO DE ESTABILIDAD BÁSICA. 2014. EE.UU: Journal of Construction Engineering and Management. 2014.
- MOKATE, Karen. 2001. Eficacia, eficiencia, equidad y sostenibilidad. 2001, 59pp.
- MORALES, Oswaldo. 2019. Plan de gestión de mantenimiento preventivo en base a auditoria en curtiembre Piel Trujillo SAC para aumentar Disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad de equipos y reducir costos de fallas. Trujillo: Universidad Cesar Vallejo, 2019.
- MULLER, E. (1985). Aplicación de diseños de investigación experimentales y cuasi experimentales para la evaluación de software educativo. Tecnología educativa. Recuperado de <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eue&AN=508145192&lang=es&site=ehost-live>
- MUNRO, M. (2015). El presupuesto canadiense impulsa la investigación aplicada. Nature, 520 (7549). DOI: <https://doi.org/10.1038/nature.2015.17305>
- NAYAK, A. (2017). Eficiencia, efectividad y sostenibilidad: las bases de la competencia y la cooperación. Vilakshan: The XIMB Journal of Management, 14 (1). Recuperado de <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=bth&AN=122375520&lang=es&site=ehost-live>
- NIÑO, Víctor. 2011. Metodología de la Investigación. Primera edición. Colombia: Ediciones de la U, 2011.  
ISBN: 978-958-8675-94-7

- NOFRI, E. SUSILAWATI, A., HERISISWANTO & SETIADY, W. (2017). Implementación de mantenimiento productivo total (TPM) para mejorar el rendimiento de la máquina laminadora. Les Ulis: Ciencias EDP. DOI: <http://dx.doi.org/10.1051/matecconf/201713500028>
- OMAR, R. & SHAIK, M. (2018). Programación a corto plazo de plantas continuas basada en secuenciación condicional para mantenimiento planificado. Investigación de química industrial e ingeniería, 57 (8). DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.iecr.7b04294>
- PRICKETT, P. (1999). Un enfoque integrado para la gestión de mantenimiento autónomo: IMS. Sistemas de fabricación integrados, 10 (4). Recuperado de <https://search.proquest.com/docview/208163806?accountid=37408>
- Proporcionado por información federal y envío de noticias. (1998). Formación en análisis weibull, pruebas de vida aceleradas, disponibilidad de equipos de producción y pruebas de crecimiento de confiabilidad. Recuperado de <https://search.proquest.com/docview/258124147?accountid=37408>
- REY, Francisco. 2001. Mantenimiento Total de la Producción (TPM): Proceso de Implantación y Desarrollo. 2001, 355pp. ISBN: 84-95428-49-0
- ROJAS, María. Implementación de los Pilares TPM (Mantenimiento Total Productivo) de mejoras enfocadas y mantenimiento autónomo, en la planta de producción Ofixpres S.A.S. Santander: Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga, 2011.
- SANCHIS, R., POLER, R., MULA, J., & PEIDRO, D. 2011. Gestión de la calidad total y mantenimiento productivo total en la fabricación de alto rendimiento. DYNA- Ingeniería e Industria, 2011.
- SISTEMAS DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO: charla dura y orientación para ayudarlo a lograr la implementación de TPM (mantenimiento productivo total): el periódico industrial de Canadá. (1993) Planta, 52 (17). Recuperado de <https://search.proquest.com/docview/232091034?accountid=37408>


- SNYDER, P. (2000). Pautas para informar resultados de investigaciones cuantitativas grupales. *Journal of Early Intervention*, 23 (3). Recuperado de <https://search.proquest.com/docview/233254600?accountid=37408>
- SOO-FEN FAM, S., HASLINDA, M., YANTO, H., LINDA MEI, S. & DIANA, Y. (2018). Mejora general de la eficiencia del equipo (OEE) en la fabricación de componentes electrónicos y la industria de tableros mediante prácticas de mantenimiento productivo total. *Les Ulis: Ciencias EDP*. DOI: <http://dx.doi.org/10.1051/mateconf/201815005037>
- STATHAKIS, E. BRACHOS, K., ABATZIANIS, C., BANDEKAS, D. & MOUROUTSOS, S. (2017). Un enfoque inteligente para medir el rendimiento-eficiencia, efectividad y productividad - del Hospital General de la Universidad de Alexandroupolis-G.U.H.A. utilizando indicadores especiales. *Journal of Engineering Science & Technology Review*, 10 (2). Recuperado de <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=123632206&lang=es&site=ehost-live>
- SUÁREZ, Moisés. 2016. Propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento según el enfoque de Mantenimiento Productivo Total (TPM) para reducir los costos operativos de la empresa SERFRIMAN EIRL. Trujillo: Universidad Privada del Norte, 2016.
- SWEDEN, Lund. 2017. Objetivo: reducir los costos y mejorar la productividad. Tetra Pak. 2017.
- THORELLI, H. (1960). El concepto tentador de la productividad: La productividad de las partes el consumo de recursos a corto y largo plazo productividad gerencial eficacia, eficiencia y rentabilidad las relaciones incetentes entre la productividad de entrada y salida y el concepto indispensable. *The American Behavioral Scientist (Pre-1986)*, 4 (3). Recuperado de <https://search.proquest.com/docview/194655742?accountid=37408>
- TUAREZ, Cesar. 2013. Diseño de un Sistema de mejora continua en una embotelladora y comercializadora de bebidas gaseosas de la ciudad de

Guayaquil por medio de la aplicación del TPM. Guayaquil, Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2013.167pp.

VEGA, Alberto. 2017. Implementación del Mantenimiento Preventivo para mejorar la disponibilidad de la maquinaria en la empresa Grúas América S.A.C., Santa Anita, 2017. Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2017.

## V. ANEXOS

### Anexo 1: Carta de Confiabilidad de datos e instrumentos



ANCLAJES Y CIMENTACIONES DEL PERÚ S.A.C.  
www.anclajesycimentaciones.com  
Teléfono: (01) 257-5100

CARTA DE CONFIABILIDAD DE DATOS

Anclajes y Cimentaciones del Perú S.A.C.


Villa El Salvador, Junio del 2019

Señores representantes de la Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, Universidad César Vallejo, nos es grato dirigirnos a ustedes y exponemos:

Que, a la trabajadora Marjorie Zugey Gamero Carpio, identificado con DNI 75332395, con desempeño en el puesto de Asistente de Área Técnica e Ingeniería, se le confirió los datos y la información necesaria para la elaboración de un proyecto de mejora en el área de mantenimiento, además información para la elaboración de su proyecto de investigación de tesis titulada “Aplicación del TPM para mejorar la eficiencia de las máquinas en el proceso de perforación de la empresa Anclajes y Cimentaciones del Perú SAC, Villa El Salvador 2019”.


Asimismo, constatamos que con la información recolectada fueron elaboradas fichas de análisis de máquinas, hojas de inspecciones y formatos que sirvieron para la aplicación de la metodología en mención con la cual la empresa resulto beneficiada.

Atte.




ANCLAJES Y CIMENTACIONES DEL PERU SAC  
ESTHER DENISE CASAS CASTAÑEDA  
GERENTE GENERAL

## Anexo 2: Formato de Reporte de Perforación Diario

		<b>REPORTE DIARIO DE PERFORACIÓN</b>				REVISION	
						FECHA	
						PAGINA	<b>1/1</b>
OBRA					CODIGO DE OBRA		
UBICACIÓN							
CONTRATISTA							
MÁQUINA		ANILLO		SEGMENTO		FECHA INICIO EJECUCION	
PLANO DE REFERENCIA							
<b>ETAPA</b>	<b>CONTROLES</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>DATOS</b>		<b>OBSERVACIONES</b>		
<b>PERFORACION</b>	Nivel de referencia respecto al 0+00	m					
	Se tiene presencia de interferencias no contempladas en planos *	-	SI	NO			
	El NFC del vecino corresponde al indicado en planos *,*	-	SI	NO			
	Inclinación Horizontal (respecto al muro)/vertical	°	/				
	Diámetro de la Perforación	mm					
	Longitud de Perforación según fecha y hora	m	Del	Al			
			De	A			
		m	Del	Al			
			De	A			
	Longitud Total	m					
	Longitud de Perforación según código de anclaje	m	De	A			
			De	A			
			De	A			
	La estratigrafía corresponde al estudio de suelos *,*.*	-	SI	NO			
	<b>LUBRICANTES</b>		<b>COMBUSTIBLE</b>				
ACEITES (GAL)	GRASAS (KG.)	PETRÓLEO (GAL.)		GASOLINA (GAL.)			
<b>DISTRIBUCIÓN DE TIEMPOS</b>							
						<b>HORAS</b>	
1	Perforación						
2	Instalación y/o desinstalación de tubería (casing)						
3	Instalación de máquina						
4	Traslado entre punto y punto						
5	Entrampamiento de tubería (casing)						
6	Mantenimiento de máquina						
7	Reparación problemas mecán./eléctricos máq.						
8	Demora por falta de acceso						
9	Demora por falta de energía						
10	Demora por falta de agua						
11	Otros:						
12							
13							
Total horas:							
Observaciones							
NOMBRE:		NOMBRE:		NOMBRE:			
Ing. Supervisor (Cliente)		Ing. Supervisor		Perforista			




### Anexo 3: Formato de Reporte de Perforación Semanal


		<b>REPORTE DE PERFORACIÓN SEMANAL</b>					REVISIÓN		
							FECHA		
							PÁGINA	1/1	
OBRA:							CÓDIGO DE OBRA:		
UBICACIÓN:									
CONTRATISTA:									
MÁQUINA:				SEMANA:				MES:	
PLANO DE REFERENCIA:									
ETAPA	DÍA	LONGITUD TOTAL DIARIA (m)	LUBRICANTES		COMBUSTIBLE		TOTAL HORAS	OBSERVACIONES	
			Aceites(gal)	Grasas (kg)	Petróleo (gal)	Gasolina (gal)			
PERFORACIÓN	LUNES								
	MARTES								
	MIÉRCOLES								
	JUEVES								
	VIERNES								
	SÁBADO								
TOTAL:									
PERFORACIÓN PROGRAMADA SEMANAL:		344m							
$CR = \frac{PR}{PP} =$							<div style="background-color: #4a86e8; color: white; padding: 5px; text-align: center;">Aceptable</div> <div style="background-color: #c00000; color: white; padding: 5px; text-align: center;">No aceptable</div>		
CR: Coeficiente de Rendimiento									
PR: Producción Real									
PP: Producción Programada									



#### Anexo 4: Formato de Reporte Semanal de Disponibilidad de Máquina


		<b>REPORTE DE DISPONIBILIDAD DE MÁQUINA</b>											
Proyecto:													
Cliente:													
Responsable:													
Máquina:													
Mes:		Año:											
Semana:													
<table border="1"> <tr> <td>Máquina trabaja a la Semana:</td> <td>48 Hr</td> </tr> <tr> <td>Paradas Programadas (mantenimiento general):</td> <td>5 Hr</td> </tr> <tr> <td>Tiempo producción programada:</td> <td>43 Hr</td> </tr> <tr> <td>Paradas por fallas y/o reparaciones correctivas:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Horas trabajadas:</td> <td></td> </tr> </table>				Máquina trabaja a la Semana:	48 Hr	Paradas Programadas (mantenimiento general):	5 Hr	Tiempo producción programada:	43 Hr	Paradas por fallas y/o reparaciones correctivas:		Horas trabajadas:	
Máquina trabaja a la Semana:	48 Hr												
Paradas Programadas (mantenimiento general):	5 Hr												
Tiempo producción programada:	43 Hr												
Paradas por fallas y/o reparaciones correctivas:													
Horas trabajadas:													
<div> <math display="block">CD = \frac{TO}{TPP} =</math> <div></div> <div> <div>Aceptable</div> <div>No Aceptable</div> </div> </div>													
<p>CD: Coeficiente de Disponibilidad</p> <p>TO: Tiempo Operativo de la máquina</p> <p>TPP: Tiempo Planificado de Producción</p>													

## Anexo 5: Formato de Reporte de Perforación Diario - Abril 2019

		REPORTE DIARIO DE PERFORACIÓN				REVISION	A
						FECHA	04/04/19
						PAGINA	1/1
OBRA	Edificio Multifamiliar Monte Umbroso				CODIGO DE OBRA	AYC-1140	
UBICACIÓN	Alameda Monte Umbroso #285 - Santiago de Surco						
CONTRATISTA	Ihome Inmobiliaria S.A.C.						
MÁQUINA	Klemm 802	ANILLO	01	SEGMENTO	06	FECHA INICIO EJECUCION	03/2019
PLANO DE REFERENCIA							
ETAPA	CONTROLES		UNIDAD	DATOS		OBSERVACIONES	
PERFORACION	Nivel de referencia respecto al 0+00		m	- 2.00			
	Se tiene presencia de interferencias no contempladas en planos *		-	SI	NO		
	El NFC del vecino corresponde al indicado en planos *.*		-	SI	NO		
	Inclinación Horizontal (respecto al muro)/vertical		°	0° / 15°			
	Diámetro de la Perforación		mm	114			
	Longitud de Perforación según fecha y hora		m	Del 0 Al 13.10			
			m	De 8:00 A 9:50			
			m	Del 0 Al 12.80			
			m	De 10:21 A 12:00			
			m	Del 0 Al 13.90			
Longitud Total		m	39.80				
Longitud de Perforación según código de anclaje		m	De 0 A 13.10 ANCL. 04				
		m	De 0 A 12.80 ANCL. 05				
		m	De 0 A 13.90 ANCL. 06				
La estratigrafía corresponde al estudio de suelos *.*.		-	SI	NO			
LUBRICANTES				COMBUSTIBLE			
ACEITES (GAL.)		GRASAS (KG.)		PETRÓLEO (GAL.)		GASOLINA (GAL.)	
-		-		21		-	
-		-		-		-	
-		-		-		-	
DISTRIBUCIÓN DE TIEMPOS							
						HORAS	
1	Perforación						4
2	Instalación y/o desinstalación de tubería (casing)						2.5
3	Instalación de máquina						0.5
4	Traslado entre punto y punto						0.5
5	Entrampamiento de tubería (casing)						-
6	Mantenimiento de máquina						1
7	Reparación problemas mecán./eléctricos máq.						-
8	Demora por falta de acceso						-
9	Demora por falta de energía						-
10	Demora por falta de agua						-
11	Otros:						-
12							-
13							-
						Total horas:	8.5
Observaciones							
NOMBRE:		NOMBRE:			NOMBRE:		
Ing. Supervisor (Cliente)		Ing. Supervisor			Perforista		



## Anexo 6: Formato de Reporte de Perforación Diario - Septiembre 2019


		<b>REPORTE DIARIO DE PERFORACIÓN</b>				REVISION	A
						FECHA	18/09/19
						PAGINA	1/1
OBRA	Edificio Aurora Park					CODIGO DE OBRA	A4C-1174
UBICACIÓN	Calle Osvaldo Heceller #151 - Surquillo						
CONTRATISTA	Wayki Contratistas Generales S.A.C.						
MÁQUINA	Klemm 802	ANILLO	01	SEGMENTO	03	FECHA INICIO EJECUCION	09/2019
PLANO DE REFERENCIA							
ETAPA	CONTROLES		UNIDAD	DATOS		OBSERVACIONES	
PERFORACION	Nivel de referencia respecto al 0+00		m	-2.00			
	Se tiene presencia de interferencias no contempladas en planos *		-	SI	NO		
	El NFC del vecino corresponde al indicado en planos **		-	SI	NO		
	Inclinación Horizontal (respecto al muro)/vertical		°	0° / 20°			
	Diámetro de la Perforación		mm	114			
	Longitud de Perforación según fecha y hora		m	Del 0 A 14.20			
			m	De 0 A 12.90			
			m	De 0 A 13.80			
	Longitud Total		m	40.90			
	Longitud de Perforación según código de anclaje		m	De 0 A 14.20	ANCL. 09		
m			De 0 A 12.90	ANCL. 10			
m			De 0 A 13.80	ANCL. 11			
La estratigrafía corresponde al estudio de suelos ***		-	SI		NO		
LUBRICANTES				COMBUSTIBLE			
ACEITES (GAL)		GRASAS (KG.)		PETRÓLEO (GAL.)		GASOLINA (GAL.)	
-		-		22		-	
-		-		-		-	
-		-		-		-	
DISTRIBUCIÓN DE TIEMPOS							
							HORAS
1	Perforación						3.5
2	Instalación y/o desinstalación de tubería (casing)						1.5
3	Instalación de máquina						0.5
4	Traslado entre punto y punto						0.5
5	Entrampamiento de tubería (casing)						-
6	Mantenimiento de máquina						1
7	Reparación problemas mecán./eléctricos máq.						1
8	Demora por falta de acceso						+
9	Demora por falta de energía						-
10	Demora por falta de agua						-
11	Otros:						-
12							-
13							-
Total horas:							8
Observaciones							
NOMBRE:		NOMBRE:		NOMBRE:			
Ing. Supervisor (Cliente)		Ing. Supervisor		Perforista			

# Anexo 7: Formato de Reporte de Perforación Semanal - Abril 2019

		<b>REPORTE DE PERFORACIÓN SEMANAL</b>					REVISIÓN	A	
							FECHA	04/2019	
							PÁGINA	1/1	
OBRA:	Edificio Multifamiliar Monte Umbroso					CÓDIGO DE OBRA:	AYC-1140		
UBICACIÓN:	Alameda Monte Umbroso #285 - Santiago de Surco								
CONTRATISTA:	Ihome Inmobiliaria S.A.C.								
MÁQUINA:	Klemm 802	SEMANA:	01	MES:	Abril				
PLANO DE REFERENCIA:									
ETAPA	DÍA	LONGITUD TOTAL DIARIA (m)	LUBRICANTES		COMBUSTIBLE		TOTAL HORAS	OBSERVACIONES	
			Aceites(gal)	Grasas (kg)	Petróleo (gal)	Gasolina (gal)			
PERFORACIÓN	LUNES	39.80	-	-	21		7		
	MARTES	38.20	-	-	20		7		
	MIÉRCOLES	39.80	-	-	21		7		
	JUEVES	36.10	-	-	19		5		
	VIERNES	38.20	-	-	20		6		
	SÁBADO	27.10	-	-	14		5		
TOTAL:		219.20	-	-	115		37		
PERFORACIÓN PROGRAMADA SEMANAL:		344m							




# Anexo 8: Formato de Reporte de Perforación Semanal - Mayo 2019

		<b>REPORTE DE PERFORACIÓN SEMANAL</b>					REVISIÓN	A	
							FECHA	05/2019	
							PÁGINA	1/1	
OBRA:	Edificio Multifamiliar Monte Umbroso					CÓDIGO DE OBRA:	AYC-1140		
UBICACIÓN:	Alameda Monte Umbroso #285 - Santiago de Surco								
CONTRATISTA:	Ihome Inmobiliaria S.A.C.								
MÁQUINA:	Klemm 802		SEMANA:	02		MES:	Mayo		
PLANO DE REFERENCIA:									
ETAPA	DÍA	LONGITUD TOTAL DIARIA (m)	LUBRICANTES		COMBUSTIBLE		TOTAL HORAS	OBSERVACIONES	
			Aceites(gal)	Grasas (kg)	Petróleo (gal)	Gasolina (gal)			
PERFORACIÓN	LUNES	36.10	-	0	21	-	6		
	MARTES	39.80	-	0.5	14	-	7		
	MIÉRCOLES	37.20	-	0	17	-	6		
	JUEVES	38.20	-	0	13	-	7		
	VIERNES	38.90	-	1	20	-	7		
	SÁBADO	26.10	-	0	11	-	4		
TOTAL:		216.30	-	1.5	96	-	37		
PERFORACIÓN PROGRAMADA SEMANAL:		344m							

### Anexo 9: Formato de Reporte de Perforación Semanal - Junio 2019


		<b>REPORTE DE PERFORACIÓN SEMANAL</b>						REVISIÓN	A
								FECHA	06/2019
								PÁGINA	1/1
OBRA:	Edificio Multifamiliar Britania						CÓDIGO DE OBRA:	AYC-1155	
UBICACIÓN:	Alameda Monte Umbraso # 816- Santiago de Surco								
CONTRATISTA:	Bat Perú S.A.c.								
MÁQUINA:	Klemm 802		SEMANA:	01	MES:	Junio			
PLANO DE REFERENCIA:									
ETAPA	DÍA	LONGITUD TOTAL DIARIA (m)	LUBRICANTES		COMBUSTIBLE		TOTAL HORAS	OBSERVACIONES	
			Aceites(gal)	Grasas (kg)	Petróleo (gal)	Gasolina (gal)			
PERFORACIÓN	LUNES	39.50	-	1	21		7		
	MARTES	30.90	-	0	14		4		
	MIÉRCOLES	38.20	-	0	20		7		
	JUEVES	37.20	-	0	18		6		
	VIERNES	36.10	-	1.5	16		6		
	SÁBADO	24.50	-	0	12		3		
TOTAL:		206.40		2.5	101		33		
PERFORACIÓN PROGRAMADA SEMANAL:		344m							

# Anexo 10: Formato de Reporte de Perforación Semanal - Julio 2019

		<b>REPORTE DE PERFORACIÓN SEMANAL</b>					REVISIÓN	A	
							FECHA	07/2019	
							PÁGINA	1/1	
OBRA:	Edificio Oficinas Corporativas Ideenwerk					CÓDIGO DE OBRA:	AYC-1168		
UBICACIÓN:	Calle General Mendiburu #686 - Miraflores								
CONTRATISTA:	Baus Constructie S.A.C.								
MÁQUINA:	Klemm 802		SEMANA:	04	MES:	Julio			
PLANO DE REFERENCIA:									
ETAPA	DÍA	LONGITUD TOTAL DIARIA (m)	LUBRICANTES		COMBUSTIBLE		TOTAL HORAS	OBSERVACIONES	
			Aceites(gal)	Grasas (kg)	Petróleo (gal)	Gasolina (gal)			
PERFORACIÓN	LUNES	38.20	-	-	20	-	7		
	MARTES	39.90	-	-	21	-	7		
	MIÉRCOLES	37.50	-	-	19	-	7		
	JUEVES	38.20	-	-	20	-	7		
	VIERNES	36.30	-	-	19	-	6		
	SÁBADO	29.60	-	-	15	-	4		
TOTAL:		219.70	-	-	114	-	38		
PERFORACIÓN PROGRAMADA SEMANAL:		344m							




# Anexo 11: Formato de Reporte de Perforación Semanal - Agosto 2019


		<b>REPORTE DE PERFORACIÓN SEMANAL</b>						REVISIÓN	A
								FECHA	08/2019
								PÁGINA	1/1
OBRA:	Edificio Oficinas Corporativas Ideenwerk						CÓDIGO DE OBRA:	A4C-1168	
UBICACIÓN:	Calle General Mendiburu #686- Miraflores								
CONTRATISTA:	Baus Constructie S.A.C.								
MÁQUINA:	Klemm 802	SEMANA:	02	MES:	Agosto				
PLANO DE REFERENCIA:									
ETAPA	DÍA	LONGITUD TOTAL DIARIA (m)	LUBRICANTES		COMBUSTIBLE		TOTAL HORAS	OBSERVACIONES	
			Aceites(gal)	Grasas (kg)	Petróleo (gal)	Gasolina (gal)			
PERFORACIÓN	LUNES	37.40	—	—	18	—	7		
	MARTES	38.20	—	—	20	—	7		
	MIÉRCOLES	39.50	—	—	21	—	7		
	JUEVES	38.70	—	—	20	—	7		
	VIERNES	37.40	—	—	18	—	6		
	SÁBADO	27.40	—	—	13	—	5		
TOTAL:		218.60	—	—	110	—	39		
PERFORACIÓN PROGRAMADA SEMANAL:		344m							




## Anexo 12: Formato de Reporte de Perforación Semanal - Septiembre 2019

		<b>REPORTE DE PERFORACIÓN SEMANAL</b>					REVISIÓN	A	
							FECHA	09/2019	
							PÁGINA	1/1	
OBRA:	Edificio Aurora Park					CÓDIGO DE OBRA:	AYC-1174		
UBICACIÓN:	Calle Oswaldo Herceles #151 - Surquillo								
CONTRATISTA:	Wayki Contratistas Generales S.A.C.								
MÁQUINA:	Klemm 802		SEMANA:	03		MES:	Septiembre		
PLANO DE REFERENCIA:									
ETAPA	DÍA	LONGITUD TOTAL DIARIA (m)	LUBRICANTES		COMBUSTIBLE		TOTAL HORAS	OBSERVACIONES	
			Aceites(gal)	Grasas (kg)	Petróleo (gal)	Gasolina (gal)			
PERFORACIÓN	LUNES	40.90	-	0	22	-	7		
	MARTES	38.20	-	2	20	-	7		
	MIÉRCOLES	40.10	-	-	22	-	7		
	JUEVES	39.80	-	1	21	-	7		
	VIERNES	40.90	-	1	22	-	7		
	SÁBADO	30.20	-	-	17	-	5		
TOTAL:		230.10	-	4	124	-	40		
PERFORACIÓN PROGRAMADA SEMANAL:		344m							

**Anexo 13:** Reporte Semanal de Tiempos de Perforación - Abril 2019

		<b>REPORTE SEMANAL DE TIEMPOS DE PERFORACIÓN</b>											
Proyecto:	Edificio Multifamiliar Monte Monteumbroso												
Cliente:	Ihome Inmobiliaria S.A.C.												
Responsable:	José Arias Yncio												
Máquina:	Klemm 802												
Mes:	Abril	Año:	2019										
Semana:	01												
<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Máquina trabaja a la Semana:</td> <td>48 Hr</td> </tr> <tr> <td>Paradas Programadas (mantenimiento general):</td> <td>5 Hr</td> </tr> <tr> <td>Tiempo producción programada:</td> <td>43 Hr</td> </tr> <tr> <td>Paradas por fallas y/o reparaciones correctivas:</td> <td>6 hr</td> </tr> <tr> <td>Horas trabajadas:</td> <td>37hr</td> </tr> </tbody> </table>				Máquina trabaja a la Semana:	48 Hr	Paradas Programadas (mantenimiento general):	5 Hr	Tiempo producción programada:	43 Hr	Paradas por fallas y/o reparaciones correctivas:	6 hr	Horas trabajadas:	37hr
Máquina trabaja a la Semana:	48 Hr												
Paradas Programadas (mantenimiento general):	5 Hr												
Tiempo producción programada:	43 Hr												
Paradas por fallas y/o reparaciones correctivas:	6 hr												
Horas trabajadas:	37hr												

**Anexo 14: Reporte Semanal de Tiempos de Perforación - Mayo 2019**

				<b>REPORTE SEMANAL DE TIEMPOS DE PERFORACIÓN</b>											
Proyecto:	Edificio Multifamiliar Monte Umbroso														
Cliente:	Ihome Inmobiliaria S.A.C.														
Responsable:	José Arias Yncio														
Máquina:	Klemm 802														
Mes:	Mayo	Año:	2019												
Semana:	02														
<table border="1"> <tr> <td>Máquina trabaja a la Semana:</td> <td>48 Hr</td> </tr> <tr> <td>Paradas Programadas (mantenimiento general):</td> <td>5 Hr</td> </tr> <tr> <td>Tiempo producción programada:</td> <td>43 Hr</td> </tr> <tr> <td>Paradas por fallas y/o reparaciones correctivas:</td> <td>6hr</td> </tr> <tr> <td>Horas trabajadas:</td> <td>37hr</td> </tr> </table>						Máquina trabaja a la Semana:	48 Hr	Paradas Programadas (mantenimiento general):	5 Hr	Tiempo producción programada:	43 Hr	Paradas por fallas y/o reparaciones correctivas:	6hr	Horas trabajadas:	37hr
Máquina trabaja a la Semana:	48 Hr														
Paradas Programadas (mantenimiento general):	5 Hr														
Tiempo producción programada:	43 Hr														
Paradas por fallas y/o reparaciones correctivas:	6hr														
Horas trabajadas:	37hr														

**Anexo 15: Reporte Semanal de Tiempos de Perforación - Junio 2019**



**REPORTE SEMANAL DE TIEMPOS DE PERFORACIÓN**

Proyecto:	Edificio Multifamiliar Britania		
Cliente:	Bat Perú S.A.C.		
Responsable:	José Arias Yncio		
Máquina:	Klemm 802		
Mes:	Junio	Año:	2019
Semana:	01		

Máquina trabaja a la Semana:	48 Hr
Paradas Programadas (mantenimiento general):	5 Hr
Tiempo producción programada:	43 Hr
Paradas por fallas y/o reparaciones correctivas:	10 hr
Horas trabajadas:	33 hr



# Anexo 16: Reporte Semanal de Tiempos de Perforación - Julio 2019



## REPORTE SEMANAL DE TIEMPOS DE PERFORACIÓN

Proyecto:	Edificio Oficinas Corporativas Ideenwerk		
Cliente:	Baus Constructie S.A.C.		
Responsable:	Mario Ccente Gaytan		
Máquina:	Klemm 802		
Mes:	Julio	Año:	2019
Semana:	04		

Máquina trabaja a la Semana:	48 Hr
Paradas Programadas (mantenimiento general):	5 Hr
Tiempo producción programada:	43 Hr
Paradas por fallas y/o reparaciones correctivas:	5hr
Horas trabajadas:	38hr

**Anexo 17: Reporte Semanal de Tiempos de Perforación - Agosto 2019**




**REPORTE SEMANAL DE TIEMPOS DE PERFORACIÓN**

Proyecto:	Edificio Oficinas Corporativas Ideenwerk		
Cliente:	Baus Constructie S.A.C.		
Responsable:	Mario Ccente Gaytan		
Máquina:	Klemm 802		
Mes:	Agosto	Año:	2019
Semana:	02		

Máquina trabaja a la Semana:	48 Hr
Paradas Programadas (mantenimiento general):	5 Hr
Tiempo producción programada:	43 Hr
Paradas por fallas y/o reparaciones correctivas:	4hr
Horas trabajadas:	39hr

**Anexo 18: Reporte Semanal de Tiempos de Perforación - Septiembre 2019**

 <b>REPORTE SEMANAL DE TIEMPOS DE PERFORACIÓN</b>											
Proyecto:	Edificio Aurora Park										
Cliente:	Wayki Contratistas Generales S.A.C										
Responsable:	Mario Ccente Gaytan										
Máquina:	Klemm 802										
Mes:	Septiembre	Año:	2019								
Semana:	03										
<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Máquina trabaja a la Semana:</td> <td>48 Hr</td> </tr> <tr> <td>Paradas Programadas (mantenimiento general):</td> <td>5 Hr</td> </tr> <tr> <td>Tiempo producción programada:</td> <td>43 Hr</td> </tr> <tr> <td>Paradas por fallas y/o reparaciones correctivas:</td> <td>3hr</td> </tr> <tr> <td>Horas trabajadas:</td> <td>40hr</td> </tr> </tbody> </table>		Máquina trabaja a la Semana:	48 Hr	Paradas Programadas (mantenimiento general):	5 Hr	Tiempo producción programada:	43 Hr	Paradas por fallas y/o reparaciones correctivas:	3hr	Horas trabajadas:	40hr
Máquina trabaja a la Semana:	48 Hr										
Paradas Programadas (mantenimiento general):	5 Hr										
Tiempo producción programada:	43 Hr										
Paradas por fallas y/o reparaciones correctivas:	3hr										
Horas trabajadas:	40hr										



## Anexo 19: Ficha de Evaluación y Aprobación de expertos



### CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE Y DEPENDIENTE DE TRABAJO

N°	VARIABLES / DIMENSIONES	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE: MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL</b>							
	DIMENSIÓN 1 DISPONIBILIDAD							
	INDICADOR: ÍNDICE DE CUMPLIMIENTO DE MANTENIMIENTOS PLANIFICADOS	Si	No	Si	No	Si	No	
1	$ICMP = \frac{\text{Horas Totales} - \text{Horas paradas por mantenimiento}}{\text{Horas Totales}}$	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 2 CONFIABILIDAD							
	INDICADOR: ÍNDICE CONFIABLE DE MANTENIMIENTO	Si	No	Si	No	Si	No	
2	$ICM = \frac{\text{Horas Totales} - \text{Horas parada por mantenimiento no programado}}{\text{Horas Totales}}$	✓		✓		✓		
	<b>VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD</b>							
	DIMENSIÓN 3 EFICIENCIA							
	INDICADOR: ÍNDICE DE CUMPLIMIENTO DE TIEMPO DE PERFORACION	Si	No	Si	No	Si	No	
3	$ICTP = \frac{(\text{Tiempo de Perforación})}{(\text{Tiempo Planificado de Perforación})}$	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 4 EFICACIA							
	INDICADOR: ÍNDICE DE PROGRAMACION DE PERFORACION	Si	No	Si	No	Si	No	
4	$IPP = \frac{(\text{Perforación Real})}{(\text{Perforación Programada})}$	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

*Suficiencia*

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable** [✓]

Aplicable después de corregir [ ]

No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg:

*Dr. Jorge Rafael Díaz Dumont*

DNI:

*23698815*

Especialidad del validador:

*ING. INDUSTRIAL*

<sup>1</sup>**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

*[Firma]*  
Dr. Jorge Rafael Díaz Dumont (PhD)  
INVESTIGADOR CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
SINACYT - REGISTRO REGINA 15697

*14* de *11* del 20*19*

Firma del Experto Informante.



**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE Y DEPENDIENTE DE TRABAJO**

Nº	VARIABLES / DIMENSIONES	Pertinencia <sup>1</sup>	Relevancia <sup>2</sup>	Claridad <sup>3</sup>	Sugerencias
1	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE: MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL</b>				
	DIMENSIÓN 1 DISPONIBILIDAD				
	INDICADOR: INDICE DE CUMPLIMIENTO DE MANTENIMIENTOS PLANIFICADOS	Si	No	Si	No
	$ICMP = \frac{\text{Horas Totales} - \text{Horas paradas por mantenimiento}}{\text{Horas Totales}}$	✓		✓	
2	<b>DIMENSIÓN 2 CONFIABILIDAD</b>				
	INDICADOR: INDICE CONFIABLE DE MANTENIMIENTO	Si	No	Si	No
	$ICM = \frac{\text{Horas Totales} - \text{Horas parada por mantenimiento no programado}}{\text{Horas Totales}}$	✓		✓	
	<b>VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD</b>				
3	<b>DIMENSIÓN 3 EFICIENCIA</b>				
	INDICADOR: INDICE DE CUMPLIMIENTO DE TIEMPO DE PERFORACION	Si	No	Si	No
	$ICTP = \frac{\text{(Tiempo de Perforación)}}{\text{(Tiempo Planificado de Perforación)}}$	✓		✓	
	<b>DIMENSIÓN 4 EFICACIA</b>				
4	INDICADOR: INDICE DE PROGRAMACION DE PERFORACION	Si	No	Si	No
	$IPP = \frac{\text{(Perforación Real)}}{\text{(Perforación Programada)}}$	✓		✓	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad:    Aplicable [ ☒ ]    Aplicable después de corregir [ ]    No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Heleth Romero Luis A.    DNI: 25607329

Especialidad del validador: Ing. Industrial

- <sup>1</sup>**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
<sup>2</sup>**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo  
<sup>3</sup>**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

15 de 10 del 2019

Firma del Experto Informante.

### CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE Y DEPENDIENTE DE TRABAJO

Nº	VARIABLES / DIMENSIONES	Pertinencia <sup>1</sup>	Relevancia <sup>2</sup>	Claridad <sup>3</sup>	Sugerencias
	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE: MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL</b>				
	DIMENSIÓN 1 DISPONIBILIDAD				
	INDICADOR: ÍNDICE DE CUMPLIMIENTO DE MANTENIMIENTOS PLANIFICADOS	Si	No	Si	No
1	$ICMP = \frac{\text{Horas Totales} - \text{Horas paradas por mantenimiento}}{\text{Horas Totales}}$	✓		✓	
	DIMENSIÓN 2 CONFIABILIDAD				
	INDICADOR: ÍNDICE CONFIABLE DE MANTENIMIENTO	Si	No	Si	No
2	$ICM = \frac{\text{Horas Totales} - \text{Horas parada por mantenimiento no programado}}{\text{Horas Totales}}$	✓		✓	
	<b>VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD</b>				
	DIMENSIÓN 3 EFICIENCIA				
	INDICADOR: ÍNDICE DE CUMPLIMIENTO DE TIEMPO DE PERFORACION	Si	No	Si	No
3	$ICTP = \frac{(\text{Tiempo de Perforación})}{(\text{Tiempo Planificado de Perforación})}$	✓		✓	
	DIMENSIÓN 4 EFICACIA				
	INDICADOR: ÍNDICE DE PROGRAMACION DE PERFORACION	Si	No	Si	No
4	$IPP = \frac{(\text{Perforación Real})}{(\text{Perforación Programada})}$	✓		✓	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): ✓ Hay

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable** [ ☒ ] **Aplicable después de corregir** [ ☐ ] **No aplicable** [ ☐ ]

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Isauro Brown Rojas

DNI: 08634386

Especialidad del validador: Ex. Ind., MBA, Dr.

<sup>1</sup>**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

14 de 11 del 2019

  
Firma del Experto Informante.